



Trendreport 5/2023 des Kommunalen InnovationsCenters KIC@bw

Blockchain und Non-Fungible-Tokens (NFTs): Ein Einstieg für die öffentliche Verwaltung

Vanessa Borkmann | Philipp Ciziroglou | Iordanis Pantzartzis

In Kooperation mit:

Inhalt

1	Blockchain und Non-Fungible-Tokens (NFT)	5
1.1	Was sind NFTs und was ist eine Blockchain?	5
1.2	Wie erstellt man ein NFT?	8
1.3	Potenzieller Mehrwert der Blockchain	8
1.3.1	Transparenz	9
1.3.2	Effizienz	9
1.3.3	Datenschutz	9
1.3.4	Unzensurierbarkeit	9
1.3.5	Sicherheit	9
2	NFT-Anwendungen in Städten, Gemeinden, der öffentlichen Verwaltung und anderen Bereichen	11
2.1	Registermodernisierung & integrierte Digitalisierungslösung	11
2.2	Digitaler Identitätsnachweis	12
2.3	Interkommunale Kooperation	13
2.4	Datenhoheit	13
2.5	Energie	14
2.6	Verkehr und Mobilität	14
2.7	Kunst	15
2.8	Digitales Eigentum & digitaler Eigentumsnachweis	15
2.9	Demokratisierung & Partizipation	16
3	Ausgewählte Blockchain-Projekte	18
4	Herausforderungen beim Einsatz von NFTs	20
4.1	Benutzerfreundlichkeit	20
4.2	Koordinierung	20
4.3	Blockchain als flächendeckende Zukunftstechnologie	20
5	Bedeutung von Blockchain und NFTs für Kommunen	22
6	Ausblick	23
7	Literaturverzeichnis	25

Zusammenfassung

Die Blockchain und NFTs stellen eine mögliche Digitalisierungsstrategie in der öffentlichen Verwaltung dar, indem sie als Rückgrat eines integrierten digital-first Ökosystems eingesetzt werden. Eine Blockchain ist ein generisches digitales Register, das mathematisch und technologisch Vertrauen herstellt. Als solches hat die Blockchain überall dort ein potenzielles Einsatzfeld in der öffentlichen Verwaltung, wo Vertrauen einen Flaschenhals für die Digitalisierung von Dienstleistungen und Prozessen in der öffentlichen Verwaltung darstellt. Dazu gehören z.B. der digitale Identitätsnachweis mittels Self-Sovereign-Identity und die sichere digitale Abbildung von Eigentumsverhältnissen. Letzteres kann in einer Blockchain mittels Non-Fungible Tokens (NFTs) realisiert werden, die Rechtsverhältnisse, Eigentumsverhältnisse, Identitätsnachweise, etc. als diskrete digitale Objekte abbilden. Gegenüber anderen Digitalisierungslösungen ist insbesondere das Potenzial von Blockchain und NFTs hervorzuheben, Prozesse und Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung effizient zu digitalisieren. Auf der anderen Seite ist die Funktionsweise einer Blockchain nicht immer kompatibel mit der Funktionsweise der öffentlichen Verwaltung, weswegen mögliche Effizienzgewinne nicht realisierbar sind, wenn Blockchain aufgrund der inkompatiblen Funktionsweise keinen signifikanten Mehrwert gegenüber anderen vorstellbaren Lösungen bieten kann.

Dieses Whitepaper stellt die Idee zu NFTs und deren zugrundeliegende Technologie, die Blockchain, verständlich vor. Außerdem werden mögliche Anwendungsfelder, Chancen und Herausforderungen für die kommunale Nutzung aufgezeigt.

Auch wenn das erste Non-Fungible Token bereits 2017 „gemintet“ wurde, katapultierten sich NFTs erst 2021, mit dem Verkauf des NFTs „Everydays: the First 5000 Days“ des Künstlers Beeple für 69 Mio. Dollar (Petereit, 2021), in die Mainstream-Diskussion. Tatsächlich blieben die Themen „Krypto“ und Blockchain in den 14 Jahren seit der, bis heute anonyme, Schaffer des Bitcoins Satoshi Nakamoto sein Bitcoin Whitepapers veröffentlichte (Nakamoto, 2008), lange Zeit eine Nischentechnologie, erlebten aber durch den NFT-Boom im Jahr 2021 eine Renaissance unter anderem durch Entwicklungen wie das Metaverse.

Laut einer repräsentativen Studie zum zweiten bundesweiten Digitaltag, durchgeführt von der Initiative „Digital für alle“, haben rund 52 Prozent der Deutschen den Begriff „Blockchain“ noch nie gehört. Weitere 23 Prozent kennen den Begriff, können jedoch nicht genau sagen, was damit gemeint ist. Lediglich 17 Prozent der Befragten seien in der Lage, den Begriff zu erklären (Deutscher Städte- und Gemeindebund, 2021).

1.1

Was sind NFTs und was ist eine Blockchain?

Eine Blockchain ist eine Art digitales Register (Schlatt et al., 2016). Register können je nach Anwendung verschiedene Funktionen bzw. Funktionsweisen aufweisen, z.B. das sichere Aufbewahren, Sortieren und Zugänglichmachen von Informationen. Das Grundbuch einer Kommune bewahrt, sortiert und macht interessierten Parteien Informationen über die Eigentumsverhältnisse des Grundes einer Kommune zugänglich. Herkömmlicherweise werden öffentliche Register zentralisiert, also von einer einzelnen Instanz, geführt, die als vertrauenswürdig gilt und so autoritativ dessen Gültigkeit garantiert (Ray, 2018). Im Falle des Grundbuches garantiert das Vertrauen in die Autorität der Staatsbeamten, die der Neutralität und dem Allgemeinwohl geschworen sind, dessen Gültigkeit. Die Blockchain ist für Situationen ins Leben gerufen worden, in denen geringes Vertrauen herrscht, bzw. systematisch der Risikofaktor Vertrauen gegenüber einzelnen Instanzen minimiert werden soll (Nakamoto, 2008). Das besondere an einer Blockchain ist dementsprechend, dass sie komplett verteilt (distributed) gespeichert wird, also alle Teilnehmenden, die sich dazu entscheiden, eine vollständige digitale Kopie des Registers führen und aktualisieren können (Schlatt et al., 2016). Alle diese Kopien sind dabei gleichgestellt. Der Zustand des Registers wird nicht von einer zentralen, angreifbaren Instanz bestimmt. Stattdessen wird mittels eines öffentlich einsehbaren Algorithmus, der mathematischen Prinzipien folgt, der Konsens über den Zustand des Registers hergestellt (Schlatt et al., 2016) (Algorithmus bedeutet hier: „genau definierte Handlungsvorschrift“/ „Anweisung zur formalen Verarbeitung von Informationen“ (DWDS, k.D.)).

Eine Blockchain ist ein Register für digitale Objekte. Hierbei können zwei Arten von digitalen Objekten unterschieden werden: Echte digitale Objekte und repräsentative digitale Objekte. Eine Kryptowährung ist z.B. ein echtes digitales Objekt, sie existiert nur als Eintrag auf der Blockchain und erhält ihre Existenz allein dadurch, dass sie in der Blockchain eingetragen ist. Im Falle eines Grundbucheintrages aber ist der Eintrag in das Grundbuch nicht das eigentliche Eigentum. Der Eintrag dokumentiert nur den Besitz eines anderen Objekts. An dieser Stelle sind NFTs konzeptionell zu verorten.

Non-Fungible Token, oder kurz NFTs, beschreiben "kryptographisch einzigartige, unteilbare, unersetzliche und verifizierbare Tokens, die ein gegebenes Asset auf einer Blockchain repräsentieren, sei es digital oder physisch" (Valeonti et al., 2021, S. 4, eigene Übersetzung). Digitale Information hat die Eigenschaft, dass sie mit geringem Aufwand, schnell und perfekt kopiert werden kann (Geuter, 2021). Da digitale Information für Computer nur eine Art von Anleitung ist, bestehend aus einer festen Reihe von Nullen und Einsen, werden zwei voneinander unabhängige Computer, die dieselbe Anleitung erhalten, immer zwei ununterscheidbare Kopien derselben Sache herstellen. In einer zunehmend digitalen und dienstleistungsbasierten Welt, in der immer mehr Güter immateriell sind, führt das zu Problemen:

1. Es ist schwierig festzustellen, wem ein digitales Objekt gehört.
2. Es ist unmöglich, ohne Weiteres festzustellen, ob ein digitales Objekt ein (legitimes) Original oder eine (illegitime) Kopie ist.

Das ist kein Problem bei fungiblen Gütern, wie z.B. Geld. Fungibel bedeutet austauschbar: Es ist z.B. vollkommen irrelevant mit welchem spezifischen Geldschein, oder Kombination von Geldscheinen, man ein Gut bezahlt, solange der verlangte Gegenwert erreicht wird (Geuter, 2021). Ein 20€ Schein ist völlig austauschbar gegen jeden anderen 20€-Schein und gegen jede andere Kombination von Zahlungsmittel derselben Währung mit Nennwert 20€. Wenn man z.B. einer anderen Person einen 20€ Schein nur zur Aufbewahrung überreicht (z.B. einem Individuum oder einer Bank), erwartet man nicht, diesen einen spezifischen 20€-Schein zurückzuerhalten, denn es ist immateriell, ob man diesen einen Schein - oder jeden anderen 20€-Schein zurückerhält (Geuter, 2021). Dies ist nicht der Fall bei nicht-fungiblen Gütern wie Kunst. Wenn man jemandem z.B. ein Gemälde zur Aufbewahrung überreicht, ist es sehr wohl von Bedeutung, dieses spezifische Gemälde zurückzuerhalten, da eine Kopie kategorisch nicht austauschbar mit dem Original ist. Digitale Information verhält sich technisch zunächst eher wie Geld, und NFTs sollen ermöglichen, dass digitale Objekte transparent als nicht-fungible Güter genutzt werden können.

Ein NFT kann man sich wie eine Art digitalen Behälter vorstellen, dem eine einzigartige Identifikationsnummer (ID) zugeordnet wird (Guadamuz, 2021), die einfach und transparent mit der Blockchain abgeglichen werden kann. In diesem digitalen Behälter kann dann jede beliebige digitale Information gespeichert werden. Man könnte also zwei separate NFTs erstellen und jeweils identische digitale Objekte in ihnen speichern, z.B. eine Bilddatei. Man berücksichtige, dass NFTs in Wirklichkeit in den meisten Fällen keine vollständigen Bilder enthalten, da es zu aufwändig ist, große Datenmengen, direkt auf der Blockchain zu speichern (Guadamuz, 2021). Stattdessen enthalten sie oft einen Link zu einem Bild, also einen Textstring, der deutlich weniger Speicherplatz einnimmt (Guadamuz, 2021). Obwohl nun zwei Behälter mit einer identischen Kopie desselben Bildes existieren, kann mittels der einzigartigen ID jederzeit überprüft werden, welchen Behälter man tatsächlich hat (Geuter, 2021). Somit können die zwei, eigentlich ununterscheidbaren, digitalen Objekte nicht mehr verwechselt werden. Wenn im Kontext von NFTs von digitaler Knappheit die Rede ist, dann ist genau dieser Aspekt gemeint: Zwei eigentlich perfekte Kopien derselben zugrundeliegenden Sache können unterschieden werden, und jede spezifische Kopie einzigartig ist, da sie die einzige Kopie ist, die ebendiese Kopie ist.

Weiterhin kann mittels der Blockchain der Besitz eines digitalen Objekts eindeutig geregelt werden. Hierzu wird auf der Blockchain die ID eines NFT einer spezifischen Nutzenden-Adresse in der Blockchain zugeordnet, sodass jemand nur dann behaupten kann ein NFT zu besitzen, wenn in der Blockchain ein Eintrag existiert, der dies belegt. Die Nutzenden-Adresse auf der Blockchain wird auch als public key (dt. öffentlicher Schlüssel) bezeichnet und ist eine Zahl, die Nutzende auf der Blockchain identifiziert.

Ferner stellt die Blockchain mittels Kryptographie und eines Konsensprotokolls technologisch sicher, dass jeder Eintrag in die Blockchain, wie z.B. der Übertrag eines NFT, legitim ist und keine falschen oder betrügerischen Einträge aufgezeichnet werden. Da eine Blockchain bewusst über keine zentrale Autorität verfügt, gibt es zwar keinen zentralen Angriffspunkt für Betrüger*innen, es gibt aber auch keine zentrale Einheit, die zwischen legitimen und illegitimen Einträgen unterscheiden kann. Stattdessen verwenden Blockchains erstens, Kryptographie, um sicherzustellen, dass betrügerische Nutzende eine (mit klassischen Computern) de facto uneinbringbar hohe Rechenleistung aufbringen müssten, um einen echten Eintrag überzeugend zu fälschen und zweitens, ein Konsensprotokoll, das sicherstellt, dass Betrüger*innen nicht einfach andere Nutzende der Blockchain, davon überzeugen können, trotzdem einen betrügerischen Beitrag zu tätigen (Schlatt et al., 2016).

Ein Eintrag in die Blockchain muss z.B. mit der digitalen Signatur der sendenden Person versehen sein, die nur generiert werden kann, wenn diese über den sogenannte private key verfügt (Schlatt et al., 2016). Der private key ist eine Geheimkennung, die nur der berechtigten Person bekannt sein darf. Eine digitale Signatur gilt immer nur für einen einzigen Eintrag in der Blockchain. Für jeden neuen Eintrag wird eine neue Signatur generiert, da jede Signatur frei einsehbar ist. Jede Signatur muss aber, damit sie gültig ist, mit dem private key erstellt worden sein, der zum public key der eintragenden Person gehört. Hierfür wird eine kryptographische Hashfunktion verwendet (Schlatt et al., 2016). Eine kryptographische Hashfunktion ist eine mathematische Funktion, die für einen gegebenen Input (z.B. der private key), einen Output generiert (z.B. die digitale Signatur), es aber nicht erlaubt, im Nachgang den Input (private key) aus dem Output (digitale Signatur) allein zu ermitteln - obwohl die Hashfunktion selbst auch bekannt und frei einsehbar ist (Schlatt et al., 2016). Sie erlaubt aber mittels des public key der sendenden Person zu überprüfen, ob der dazugehörige private key einer Person verwendet wurde, ohne den private key kennen zu müssen. Die mathematische Hashfunktion ist so konstruiert, dass, obwohl einem die Funktion selbst und der Output bekannt sind, einem nichts anderes übrigbleibt, als den Input zu erraten, da es keine schnellere Strategie gibt, die Funktion umzukehren (Schlatt et al., 2016). Solche Funktionen werden deswegen auch als Einwegfunktionen bezeichnet. Im Falle der gängigen Hashfunktionen, die in Blockchains und anderen Kryptographie-Anwendungen (wie die Verschlüsselung von Webseiten, E-Mails, etc.) verwendet werden, liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Supercomputer innerhalb einer Lebenszeit eines Menschen den Input der Funktion errät bei ca. 1 zu 3,5 Nonilliarden (57 Nullen) (OpenAI, 2023; verwendete Prompts: What's the probability of earth's fastest supercomputer to guess SHA-256 encryption within a human lifetime?; Calculate the hypothetical probability of the fastest supercomputer for which you can find data within a human lifetime (assume the average human life expectancy)). Versucht ein*e Betrüger*in dennoch die anderen Teilnehmenden der Blockchain davon zu überzeugen, den betrügerischen Eintrag in ihre Kopie der Blockchain zu übernehmen, z.B. durch Bestechung, verhindert das Konsensprotokoll dies (Schlatt et al., 2016). Das Konsensprotokoll reguliert mathematisch, welche Version der Blockchain als vertrauenswürdigste angesehen werden soll (Schlatt et al., 2016). Da sich hier die verschiedenen Blockchain-Implementationen unterscheiden, kann an dieser Stelle nicht auf die Details eingegangen werden, aber zwei der bekanntesten Implementationen kurz umfasst: Ein sog. Proof-of-Work Konsensprotokoll etwa besetzt das illegitime Validieren eines betrügerischen Eintrags mit enormen technischen Hürden in Form von hoher Rechenleistung; ein sog. Proof-of-Stake Protokoll setzt darauf, dass diejenigen mit dem größten Incentive, ausschließlich legitime Einträge zu validieren, Einträge validieren (Schlatt et al., 2016).

1.2 Wie erstellt man ein NFT?

Die meistgenutzte Infrastruktur für die Erstellung von NFTs ist die Ethereum-Blockchain. Die ursprüngliche Implementierung der Blockchain bei Bitcoin war nicht viel mehr als eine Art digitales Journal: Ein chronologisches Register aller Transaktionen. Später entwickelten die Entwickler von Ethereum eine Blockchain, die nicht nur Transaktionen speichert, sondern jegliche Art von digitaler Information speichern und sogar als Programm ausführen kann, sogenannte Smart Contracts (Valeonti et al., 2021).

Zunächst muss entschieden werden, was das NFT enthalten soll bzw. was es tun soll. Wie bereits erwähnt sind NFTs nur Behälter, die ein beliebiges Programm enthalten können, insofern können NFTs auf beliebige Art und Weise eingesetzt werden, wobei es limitierende Faktoren gibt, die im weiteren Verlauf diskutiert werden. Der aktuell mit Abstand bekannteste Use Case ist digitale Kunst. In diesem Fall enthält das NFT einen Link zu einem digitalen Kunstwerk und dokumentiert dessen Besitz. Andere Use Cases sind z. B. Governance-Token. Governance-Token sind digitale Objekte auf der Blockchain, die gegenüber Dritten beweisen, dass dessen Halter gewisse Rechte in einer Organisation hat, z.B. Abstimmungsrecht. Governance Token können also als Vergegenständlichung eines abstrakten Rechtsverhältnisses eingesetzt werden. Governance-Token, als elementarer Bestandteil eines digitalen Abstimmungsmechanismus, ermöglichen somit dezentrale Governance-Modelle.

Der zweite Schritt ist die Auswahl der Blockchain, gefolgt von der Erstellung einer NFT-Wallet, die das Krypto-Gegenstück einer Geldbörse ist, und kryptographische Tokens wie Kryptowährung und NFTs hält. Eine Krypto-Geldbörse enthält im engeren Sinne keine Krypto-Token, wie es die Analogie zur echten Geldbörse nahelegt. Krypto-Token existieren nur als Eintrag in der Blockchain und ob und wie viel von einem Token jemand besitzt, wird auf der Blockchain selbst nachverfolgt. Krypto-Wallets erlauben eine Verwaltung der eigenen Krypto-Token, da direkt mit der Blockchain zu interagieren sehr umständlich wäre. Einen bedeutenden Unterschied gibt es zwischen sogenannten custodial und non-custodial wallets (Binance, 2022). Für jede substanzielle Interaktion mit der Blockchain (z.B. Übertragung eines Tokens), benötigt man den eigenen private key, um eine Transaktion digital zu signieren, insofern ist die Aufbewahrung des private key die wahre Aufgabe einer Wallet (Binance). Im Falle von Custodial wallets hält eine Drittperson, meistens ein Online-Dienstleister, den private key für einen, womit man ein gewisses Risiko eingeht, während man sich mit einer non-custodial wallet selbst um die sichere Aufbewahrung des private key kümmern muss (Binance, 2022).

Abschließend folgt die Auswahl der Plattform, auf der NFTs gemintet werden können sowie der eigentliche Erstellungsprozess, das "Minten" (von Englisch to mint, dt. prägen) des NFTs. Im letzten Schritt kann das nun existierende NFT vom Ersteller zum Verkauf angeboten oder einfach in eine andere Wallet transferiert werden.

1.3 Potenzieller Mehrwert der Blockchain

Wie bereits dargestellt, ist eine Blockchain erstmal nicht viel mehr als ein Register und kann als generische Lösungsstrategie für digitale Registeranwendungen verstanden werden. Als solche stellt sie einen möglichen Pfad für die Modernisierung des Registerwesens dar, insofern stellt sich die Frage: Welchen Mehrwert verspricht der Einsatz von Blockchain und NFTs gegenüber anderen, zentralisierten Registererlösungen? In einem Whitepaper über Blockchain im Gesundheitswesen für Deloitte identifizieren Krawiec et al. (2016) Daten-Integrität, Dezentralisierung und Disintermediation von

Vertrauen, und reduzierte Transaktionskosten als zentrale Vorteile von Blockchain gegenüber herkömmlichen Registerlösungen. Lindman et al. (2020) nennen in einem Arbeitspapier über den Einsatz von Blockchain in der Verwaltung für die OECD erhöhte Transparenz, Daten-Integrität, Disintermediation, reduzierte Kosten und die Bereitstellung völlig neuer Dienstleistungen als Zweck der Blockchain. Ausgehend vom Schlüsselkonzept der Dezentralisierung, unterscheidet dieses Paper fünf übergeordnete ineinandergreifende Felder, in denen Blockchain einen Mehrwert gegenüber herkömmlichen zentralisierten Registerlösungen verspricht: Transparenz, Effizienz, Datenschutz, Unzensurierbarkeit, Sicherheit. Diese Felder werden im späteren Abschnitt Herausforderungen beim Einsatz von NFTs kritisch diskutiert.

1.3.1 Transparenz

Eine Blockchain ist ein Register, das darauf ausgelegt ist, Vertrauen durch Überprüfbarkeit zu schaffen. D.h. Einträge in die Blockchain sind für alle Teilnehmenden einfach einsehbar. Bei zentralisierten Registern wird Transparenz auf mehreren Ebenen erschwert: Die Einsicht in das Register muss bei der Stelle, die es führt, angefragt werden und diese Anfrage muss verarbeitet werden und ist unter Umständen nicht kostenlos. Dieser relative Aufwand entmutigt, Einsicht einzufordern. Darüber hinaus ist die führende Stelle oft nicht dazu verpflichtet, Einsicht zu gewähren. Der einfachere Zugang soll Rechenschaft garantieren.

1.3.2 Effizienz

Die Blockchain ist ein rein digitales Register, die mittels Kryptographie und Algorithmen wichtige Schritte der Registerführung, wie die Verifizierung von Einträgen, automatisiert. In diesem Sinne verwaltet sich die Blockchain bauartbedingt selbst und führt sich selbst aus und bedarf für ihr Funktionieren keines Intermediärs. So sollen Effizienzgewinne realisiert werden.

1.3.3 Datenschutz

Ferner, da es, im Unterschied zu einem zentral geführten Register, keine Intermediäre gibt, gibt es keine singuläre Instanz, die einseitig Kontrolle über das Register ausüben kann. Keine singuläre Instanz "besitzt" die Blockchain oder die Einträge in der Blockchain. So soll der Missbrauch und die ungewünschte Verwendung der Daten auf der Blockchain verhindert werden. Darüber hinaus besteht bei der Verwendung einer Blockchain keine Notwendigkeit, die tatsächlichen personenbezogenen Daten einer Person zu speichern.

1.3.4 Unzensurierbarkeit

Einer Blockchain können nur neue Einträge hinzugefügt werden, nicht aber entfernt oder im Nachhinein verändert werden. So soll verhindert werden, dass eine mächtige, zentrale Instanz, mit eventuell arglistigen Absichten, auf der Blockchain festgehaltene Eigentumsverhältnisse, Rechtsverhältnisse, etc., manipulieren kann.

1.3.5 Sicherheit

Blockchains sind besonders widerstandsfähig gegen Man-In-The-Middle-Angriffe. Ein Man-In-The-Middle-Angriff ist der Versuch, Information, die sich in der Übertragung

befindet, abzufangen und zu manipulieren (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, k.D.). Wie bereits dargestellt verwenden Blockchains Kryptographie und einen Konsensmechanismus, um diese Art von Manipulationsversuch de facto unmöglich zu machen.

2

NFT-Anwendungen in Städten. Gemeinden, der öffentlichen Verwaltung und anderen Bereichen

NFT-Anwendungen in Städten.
Gemeinden, der öffentlichen
Verwaltung und anderen
Bereichen

2.1

Registermodernisierung & integrierte Digitalisierungslösung

Allgemein präsentiert die Blockchain einen integrierten Ansatz für eine digitale Transformation in der öffentlichen Verwaltung. Genuine digitale Transformation ist definiert als die gesamtheitliche organisationale und kulturelle Wandlung in der öffentlichen Verwaltung hin zur "Digital-First-Mentalität" (Mergel, 2019, S. 165). Zwei der größten Hindernisse bei der Digitalisierung in Deutschland sind die fehlende Tiefe der Digitalisierungslösungen und fehlende Interoperabilität (Kuhn, 2022). Die zentrale Digitalisierungsgesetzgebung in Deutschland, das Onlinezugangsgesetz (OZG), sah vor, dass die öffentlichen Verwaltungen ihre Dienstleistungen bis Ende 2022 auch online anbieten (Kuhn, 2022). Neben der Tatsache, dass das Gesetz scheiterte (Kuhn, 2022), wurde von vorneherein kritisiert, dass es keine digitale Transformation im eigentlichen Sinne bewirke, da es keine Vorgaben zur integrierten Digitalisierung der Prozesse in der öffentlichen Verwaltung enthielt (Bitkom, 2023). Das OZG verlangt nominell keine Form von Digitalisierung, die über das Bereitstellen eines Antragsformulars als PDF-Datei auf der Webseite der jeweiligen Verwaltungsstelle hinausgeht (Kuhn, 2022). Ferner bremst die fehlende Koordinierung und Interoperabilität zwischen Digitalisierungslösungen verschiedener Behörden, oder innerhalb derselben Behörde, eine genuine digitale Transformation (Kuhn, 2022). Die Blockchain ist ein fundamentales digitales, aber im Grunde generisches, Register, das als einheitliches Rückgrat fungiert, auf dem alle konkreten Digitalisierungsprojekte aufbauen können. Insofern ist die Blockchain inhärent "digital-first" und interoperabel, wohingegen herkömmliche Digitalisierungsansätze mehr Raum für Abweichungen von diesen Prinzipien zulassen.

Für eine Anwendung in der öffentlichen Verwaltung ist eventuell eine private Blockchain besonders interessant (Berryhill, Bourgerly & Hanson, 2018). Öffentliche (z.B. Ethereum) Blockchains räumen allen Nutzenden die exakt gleichen Nutzungsrechte ein wie beispielsweise, eine vollständige Kopie der Blockchain zu führen und Eintragungen in diese zu veranlassen. Private Blockchains hingegen können verschiedene Rollen mit verschiedenen Nutzungsrechten definieren. Alle Formen der Blockchain erlauben eine bessere Dokumentenpflege und effizientere Dokumentenverfügbarkeit. Da die Blockchain ein rein digitales Register ist, wären bei breitflächiger Nutzung alle Amtsgeschäfte notwendigerweise digital. Da die Blockchain verteilt aufbewahrt wird und über ein Peer-to-Peer Netzwerk kommuniziert ist sie auch redundant. Eine einzelne Dienststelle wäre somit kein Single-Point-of-Failure (singuläre Stelle, deren Versagen den Ausfall des gesamten Systems bedeutet) und Flaschenhals für die sorgfältige Aufbewahrung und Zugänglichkeit von Dokumenten.

Darüber hinaus stellt Blockchain aber auch einen Paradigmenwechsel im Umgang mit Information an sich und der damit verbundenen Bürger-Verwaltung-Interaktion dar. Grundsätzlich flüchtige Konzepte wie z.B. Eigentumsrecht, Sozialleistungsanspruch, Partizipationsanspruch etc. können in einem diskreten digitalen Objekt, z.B. in einem NFT, festgehalten werden, deren Authentizität einfach für alle in einem öffentlich zugänglichen Register einsehbar ist. Daraus ergeben sich interessante und u. U. wünschenswerte Konsequenzen, dass sie einfach getauscht werden können, weil NFTs diskrete digitale Objekte sind.

Einmal getätigte Einträge in die Blockchain können nicht nachträglich verändert werden, ohne dass dies auffällt (Berghoff et al., 2019) und dass alle jederzeit die gesamte Blockchain zumindest einsehen können (Berryhill et al., 2018). Dies bedeutet zusammengefasst, dass das Verhalten der öffentlichen Verwaltung von einer größeren Menge interessierter Parteien besser überprüft und kontrolliert werden kann. Weiterhin agiert die öffentliche Verwaltung dann nicht mehr als Gatekeeper von Informationen, sie sind für alle leicht zugänglich.

2.2 Digitaler Identitätsnachweis

Blockchain kann eine Komponente für ein neues Identitätsnachweis-Paradigma, der sog. Self-Sovereign-Identity (SSI) (Strüker et al., 2021), sein. Self-Sovereign-Identity soll die Bequemlichkeit von bestehenden digitalen Single-Sign-On (SSO) Lösungen bewahren, den Nutzenden dabei aber mehr Kontrolle über ihre Daten geben (Strüker et al., 2021). Möchten Nutzende heute gegenüber einer zweiten Person oder Entität ihre Identität digital nachweisen (im Folgenden wird dieser Nachweis als Schlüssel bezeichnet), müssen sie (1) entweder einen separaten Schlüssel für jede Partner haben, mit dem sie sich ihm gegenüber ausweisen können (sog. "nutzerzentrierte Identität"; Strüker et al., S.11) oder (2) besitzen einen einzigen Schlüssel, mit dem sie ihre Identität gegenüber einer dritten Entität nachweisen, die die eigentliche Identität für den Nutzenden verwaltet und diese Informationen an die zweite Entität weiterleitet (sog. "föderierte Identität"; Strüker et al., 2021, S.11). Ersteres ist z.B. ein Nutzenden-Account bei einer Social Media Webseite. Zweiteres beschreibt etwa den Fall, wenn man sich bei einer Social Media Webseite mit einem Google- oder Facebook-Account anmeldet, Google oder Facebook agieren hier als sog. Single-Sign-On-Anbieter, die die von der Webseite angefragten Daten an sie übermitteln (Strüker et al., 2021). Dass man den notwendigen Schlüssel besitzt, beweist man in beiden Fällen, indem man das korrekte Passwort kennt. Der Vorteil des SSO-Verfahrens liegt darin, dass man sich nur um einen Schlüssel (ein Passwort) kümmern muss, und die eigentlichen Daten nur ein Mal beim SSO-Anbieter hinterlegen muss (Strüker et al., 2021). Gleichzeitig aber vertraut man diesem Intermediären eine große Menge an persönlichen Daten an, in der Hoffnung, dass der Intermediär diese Daten, sowie die Aktivitäten, in denen sie angewendet werden, nicht für unlautere oder ungenannte Zwecke verwendet (Strüker et al., 2021), wie z.B. sie an Werbetreibende zu verkaufen oder einer autoritären Regierung zum Zweck der Überwachung weiterleitet. Ferner ist es wünschenswert, so gut wie möglich sicherzustellen, dass Nutzende nicht nur nachweisen, dass sie einen Schlüssel besitzen, z.B. das Passwort kennen, sondern auch der/die rechtmäßige Eigentümer*in einer Identität sind. Um zu verhindern, dass ein Schlüssel gestohlen wird, und so unberechtigten Zutritt zu einer Identität verschafft, verwenden wir heute schon z.B. 2-Faktor-Authentifizierung (2FA) (z.B. SMS-TAN beim Online-Banking), die verlangt, dass eine sich zu identifizierende Person, gleichzeitig mehrere unterschiedliche Eigenschaften aufzeigt, von denen man ausgeht, dass sie realistischweise nur der/die rechtmäßige Besitzer*in gleichzeitig aufzeigen kann (Kenntnis des Passworts und Besitz des Mobiltelefons). Um zu verhindern, dass sich jemand eine falsche digitale Identität mit falschen Angaben über die eigene Person schaffen kann, verwenden wir heute auch schon kryptographische digitale Signaturen und mit ihnen signierte Dokumente (z.B. Verwendung eines Elster-Zertifikats für die erstmalige Anmeldung im BundID Portal), wobei die Signatur einer vertrauenswürdigen dritten Partei, die Echtheit des Dokuments, und damit die Echtheit der in ihr enthaltenen Angaben, garantiert.

Der Flaschenhals für die Umsetzung sicherer digitaler Identitätsnachweise ist Vertrauen, erstens, dass Nutzende tatsächlich die rechtmäßigen Eigentümer eines Schlüssels sind, und zweites, dass Nutzende ehrliche Angaben über sich selbst machen. Die Blockchain kann genau an diesem Flaschenhals ansetzen. Die Blockchain ist ein generisches digita-

les Register, das Vertrauen auf technologischem Wege sicherstellt. Deswegen kann sie als neutrales, für alle unmittelbar, also ohne Intermediär, einsehbares Register fungieren. Ein vertrauenswürdiger Aussteller einer Identität (genannt Issuer; Strüker et al., 2021, S.16), z.B. eine staatliche Behörde wie ein Finanzamt, kann einen Eintrag in die Blockchain veranlassen, dass sie einer Person (genannt Holder; Strüker et al., 2021, S.16), ein bestimmtes Zertifikat ausgestellt hat. Dabei ist es aber nicht notwendig den eigentlichen Inhalt des Zertifikats - also die eigentlichen personenbezogenen Daten - auf der Blockchain, oder bei einem Intermediär zu speichern. Die Blockchain kann als sicherer und vertrauenswürdiger Aufbewahrungsort für den Nachweis der Gültigkeit eines spezifischen Nachweisdokuments (genannt Verifiable Credential; Strüker et al., 2021) fungieren, was wiederum erlaubt, das eigentliche Nachweisdokument, wie z.B. ein Zertifikat vom Finanzamt, getrennt von seinem Gültigkeitsnachweis aufzubewahren. Die Partei, die den Identitätsnachweis verlangt (genannt Verifier; Strüker et al., 2021, S.16) kann das Nachweisdokument und die in ihm enthaltenen persönlichen Informationen vom Holder, dem sie nicht zwangsläufig vertraut, erhalten, und dessen Gültigkeit auf der Blockchain, der sie im Gegensatz zum Holder vertraut, überprüfen. So kann ein sicherer Identitätsnachweis vollzogen werden, ohne dass eine dritte Partei etwas davon mitbekommt oder die ausgetauschten Informationen sieht.

2.3 Interkommunale Kooperation

Blockchain-Technologie kann eingesetzt werden, um die interkommunale Kooperation zu vereinfachen und so Effizienzgewinne zu realisieren. Uneinigkeiten zwischen Kommunen über die Lastenverteilung bei der gemeinsamen Aufgabenerfüllung können durch mehr Transparenz, Überprüfbarkeit und standardisierte Interaktionsmechanismen reduziert werden, statt jedes Mal alles neu aushandeln zu müssen.

Im Folgenden wird ein Anwendungsfall am Beispiel einer Schule illustriert: Angenommen in einer großen Realschule, die von Schüler*innen aus 3-4 Gemeinden besucht wird, steht eine Sanierung an. Statt dass die Gemeinde, in der die Realschule steht, entweder allein die Kosten tragen muss oder in einem langwierigen Prozess einen neuen Deal mit den anliegenden Gemeinden aushandeln muss, der Arbeitsverhältnis untereinander belasten kann, werden Governance Token eingesetzt. Zum Beispiel wird dann jede*r Schüler*in durch einen Governance-Token repräsentiert und die Zahl der gehaltenen Governance Token bestimmt das Beteiligungsverhältnis. Die Governance Token enthalten vorher festgeschriebene Regeln und Bedingungen für z.B. eine Sanierung (mittels eines Smart Contract, der vorher einmalig unter den kooperierenden Gemeinden ausgehandelt wird), die dann automatisch in der Blockchain ausgeführt werden.

Solch ein Modell kann auf alle Arten der kooperativ ausgeführten Aufgabenerfüllung angewendet werden, wie Abfallentsorgung, Bibliotheken, etc.

Ein Nachteil dieses Modells ist, dass öffentliche Verwaltungen dann weniger flexibel in der Gestaltung ihrer kooperativen Aufgabenerfüllung sind.

2.4 Datenhoheit

Im Zusammenhang mit der öffentlichen Verwaltung bezieht sich Datensouveränität auf die Fähigkeit von Städten, ihre eigenen Daten zu kontrollieren und zu bestimmen, wie sie verwendet und abgerufen werden. In der aktuellen Landschaft werden Daten der öffentlichen Verwaltung manchmal von Drittanbietern gesammelt, gespeichert und

verarbeitet. Dies kann es Städten erschweren, ihre eigenen Daten zu kontrollieren, und kann ein Datenschutz- und Sicherheitsrisiko darstellen.

Die Blockchain-Technologie bietet eine potenzielle Lösung für dieses Problem, indem sie Städten eine dezentrale und sichere Möglichkeit bietet, ihre Daten zu speichern und zu kontrollieren. Der Einsatz der Blockchain-Technologie stellt sicher, dass Daten manipulationssicher und transparent gespeichert und der Zugriff auf die Daten durch Smart Contracts kontrolliert werden kann.

NFTs oder Non-Fungible Token können eine Rolle bei der Datenhoheit für die öffentliche Verwaltung von Städten spielen, indem sie einzigartige digitale Assets auf der Blockchain darstellen. Diese Assets könnten verwendet werden, um das Eigentum an Daten darzustellen, eine digitale Identität zu etablieren oder städtische Assets darzustellen.

Eine mögliche Anwendung von NFTs im Kontext der öffentlichen Verwaltung liegt im Bereich der Stadtplanung. Städte könnten NFTs verwenden, um das Eigentum an städtischen Vermögenswerten wie öffentlichen Räumen oder Verkehrsinfrastruktur darzustellen. Auf diese Weise könnten Städte sicherstellen, dass ihre Ressourcen nicht von Drittanbietern ausgenutzt werden, und die Kontrolle darüber behalten, wie sie verwendet und abgerufen werden.

Insgesamt bietet der Einsatz von Blockchain-Technologie und NFTs eine mögliche Lösung des Problems der Datensouveränität für die öffentliche Verwaltung von Städten. Durch die Bereitstellung einer dezentralen und transparenten Möglichkeit für Städte zur Kontrolle ihrer Daten kann die Blockchain-Technologie dazu beitragen, dass Städte eine bessere Kontrolle über ihre digitale Identität und Datennutzung haben.

2.5 Energie

Im Bereich der Energieversorgung ist der Handel mit grünen Zertifikaten ein mögliches Einsatzgebiet für NFTs. Bei einer beträchtlichen Anzahl von Teilnehmern am Zertifikatshandel wird es schnell schwierig, den Zustand des Marktes nachzuverfolgen und zu kontrollieren. D.h. es ist schwierig die Einhaltung und somit Effektivität des Mechanismus zu überprüfen und, schlussendlich, Regelkonformität durchzusetzen. Weiterhin bleibt es schwierig, die Herkunft eines Elektrons nachzuverfolgen. Daher bietet die Energy Web Foundation (EWF) unter Verwendung der NFT-Technologie Energie-Attribut-Zertifikate an, deren Vergabe von der Menge der erzeugten Energie abhängt. Jedes Zertifikat enthält bestimmte Informationen über den Standort, die Energiequelle, das Datum, die Uhrzeit und die Menge der erzeugten Energie. Die zuständigen Organe könnten Informationen effizienter überprüfen und den Markt somit effektiver überwachen (Musamih et al., 2022). Des Weiteren könnten Grüne-Energie-NFTs den Zertifikatshandel für Privatpersonen zugänglicher machen, da NFTs deutlich einfacher übertragen oder gehandelt werden können. Infolgedessen könnten Emissionen im Energiebereich umfassender und integriert verfolgt werden und Privathaushalte erhalten einen zusätzlichen Anreiz, Energie einzusparen.

2.6 Verkehr und Mobilität

NFTs können auch die Bereiche intelligente Mobilität und Verkehr unterstützen, z.B. in den Bereichen Fahrzeugmanagement, gemeinsame Nutzung und Handel. Eine echte und vollständige Historie eines Fahrzeugs bei Kauf aus zweiter Hand zu erhalten, ist ein altbekanntes Problem. In Zukunft könnte zu jedem Fahrzeug zusätzlich ein NFT gemin-

tet werden, das einen Smart Contract enthält, das bei jedem Werkstattbesuch automatisch eine Eintragung in die Blockchain vornimmt und den Kauf- und Meldeprozess gegenüber den Behörden vereinfacht. Ein Individuum kann jeden Eintrag in die Blockchain leicht einsehen und Einträge sind unveränderbar und damit schwer zu manipulieren. Der Autovermietungs- und Ride-Sharing Markt könnten transparenter für Nutzer gestaltet werden. Statt sich, wie bisher, auf Glück verlassen zu müssen, dass das gebuchte Fahrzeug der Beschreibung und den eigenen Anforderungen tatsächlich entspricht, könnten Fahrten/Fahrzeuge einheitlich als NFTs abgebildet werden. Wenn man dann ein NFT mietet, mietet man das spezifische einzigartige Fahrzeug, das dieses NFT repräsentiert. Das zugehörige NFT enthält dann auch eine unmanipulierbare Historie des Fahrzeugs und dient auch Zugangsschlüssel für das Fahrzeug, was eine physische Schlüsselübergabe ersetzt. NFTs in der Autovermietung könnten also eine Lösung für bekannte Frustrationen in der Autovermietung darstellen, da sie mehr Transparenz und effizientere Prozesse schaffen (Musamih et al., 2022).

NFT-Anwendungen in Städten,
Gemeinden, der öffentlichen
Verwaltung und anderen
Bereichen

2.7

Kunst

Auch öffentliche Museen können von der Blockchain-Technologie und dem Einsatz von NFTs profitieren: Die Blockchain kann verwendet werden, um die Eigentumsgeschichte von Kunstwerken zu verfolgen, wodurch eine transparente und sichere Aufzeichnung der Herkunft des Kunstwerks sichergestellt wird. Durch die Verwendung von Blockchain und NFTs können Museen also eine manipulationssichere Aufzeichnung der Echtheit von Kunstwerken erstellen und so das Risiko von Fälschungen und Betrug verringern.

2.8

Digitales Eigentum & digitaler Eigentumsnachweis

Die meisten digitalen Objekte, die wir meinen zu besitzen, besitzen wir in Wirklichkeit oft gar nicht. Wenn man z.B. einen Film als digitalen Download erwirbt, erwirbt man gemäß den meisten AGBs, nur das Recht, diesen Download zu nutzen. Dieses Recht kann dann jederzeit, ohne Grund, einseitig vom Verkäufer widerrufen werden. Solche oder ähnliche AGBs gelten oft auch für Software. Um bei dem Beispiel Film zu bleiben: Obwohl ein physisches Objekt wie z. B. eine DVD mehr Freiheiten bieten kann als ein Download, ist sie selbst ein Vorbote des Rückgangs digitaler Besitzrechte: Das Copyright-Recht und Kopierschutzmaßnahmen erfuhr mit dem Aufkommen digitaler Massenmedien (gemeint ist hier z.B. die CD; die erste wurde 1982 produziert) eine Verschärfung, da sie Information digital speichern, und digitale Information einfach, schnell und perfekt kopiert werden können. Deswegen wurden, auf Drängen der Halter von geistigem Eigentum (Musik-Labels, Filmstudios, Künstlerinnen und Künstler etc.) Nutzenden-Rechte eingeschränkt und Kopiermaßnahmen verschärft (Djordjevic & Gehring, 2013). Seitdem hat sich das Verhältnis von Endnutzer und digitalen "Eigentum" tendenziell nur weiter verschlechtert. Während es z.B. physisch und rechtlich trivial ist, eine Videokassette oder DVD privat zu verkaufen, ist das bei einem digitalen Download eines Films und der meisten Software nicht mehr möglich. NFTs könnten verwendet werden, um das komplexe Eigentumsverhältnisse aller Arten von Vermögenswerten, digital und physisch, effizienter nachzuweisen und zu verwalten.

Der Immobiliensektor z.B. ist eine komplexe und oft undurchsichtige Branche mit zahlreichen Parteien, die am Kauf, Verkauf und der Verwaltung von Immobilien beteiligt sind. Dies kann es den öffentlichen Stadtverwaltungen erschweren, Immobilientransaktionen zu verfolgen und zu regulieren, was zu Ineffizienz, Betrug und anderen Problemen führen kann. Die Blockchain-Technologie bietet eine mögliche Lösung für diese Probleme, indem sie eine sichere und transparente Möglichkeit bietet, Immobilien-

transaktionen aufzuzeichnen und zu überprüfen. Blockchain kann verwendet werden, um immobilienbezogene Daten wie Wartungsaufzeichnungen, Mietverträge und Grundsteuern zu verfolgen und zu verwalten. Auf diese Weise können die öffentlichen Verwaltungen der Städte sicherstellen, dass Immobilien effektiv verwaltet werden und dass alle am Verwaltungsprozess beteiligten Parteien Zugriff auf genaue und aktuelle Daten haben. Durch den Einsatz von Blockchain können öffentliche Stadtverwaltungen die Transparenz erhöhen, Prozesse rationalisieren und das Betrugsrisiko verringern. In solch einem Fall würde ein NFT eine Immobilie oder ein Grundstück repräsentieren.

Ferner könnten NFTs auch auf neuartige Weisen eingesetzt werden, um immobilienbezogene Vermögenswerte wie Hypotheken oder Mietverträge darzustellen. In beiden Fällen können Smart Contracts verwendet werden, um immobilienbezogene Transaktionen zu automatisieren und durchzusetzen. Beispielsweise könnte ein Smart Contract dazu dienen, das Eigentum an einer Immobilie automatisch zu übertragen, sobald die Zahlung erfolgt ist oder eine Hypothek, ohne hohen bürokratischen Aufwand, übertragen werden.

NFTs können verwendet werden, um das Eigentum an Immobilienvermögen wie Mietobjekten oder Gewerbegebäuden einfacher darzustellen. Auf diese Weise können Anleger sich in Immobilienanlagen engagieren, ohne die Immobilie physisch besitzen zu müssen.

Insgesamt bietet der Einsatz von Blockchain-Technologie und NFTs eine potenzielle Lösung für die Herausforderungen, denen sich städtische öffentliche Verwaltungen im Immobiliensektor stellen müssen. Durch die Bereitstellung einer sicheren und transparenten Methode zur Aufzeichnung und Überprüfung von Transaktionen kann die Blockchain die Effizienz steigern und das Betrugsrisiko verringern.

2.9 Demokratisierung & Partizipation

Für die öffentliche Stadtverwaltung präsentieren sich mehrere Möglichkeiten, NFTs und die Blockchain einzusetzen, um mehr Partizipation zu generieren.

Die Blockchain-Technologie kann verwendet werden, um digitale Abstimmungsprozesse sicher und transparent zu ermöglichen. Durch den Einsatz der Blockchain-Technologie können digitale Abstimmungsergebnisse einfach verifiziert und manipulationssicher aufgezeichnet werden. NFTs könnten verwendet werden, um eine Stimme oder einen Anteil an einem Entscheidungsprozess darzustellen. Der Mehrwert der Blockchain wäre also, sichere und transparente digitale Abstimmungen zu ermöglichen. Auf der anderen Seite eröffnet die Blockchain auch neue Probleme im Vergleich zu „analogen“ Abstimmungsprozessen. Es ist etwa nicht eindeutig, wie eine Blockchain garantieren würde, dass demokratische Anforderungen einer fairen Wahl auf der Blockchain garantiert werden können, z.B. Anonymität. Darüber hinaus setzen die Konsensprotokolle vieler bekannter Blockchains gewisse Ressourcen der Wähler*innen voraus und dies widerspricht dem Grundsatz der Gleichberechtigung in einem demokratischen Wahlsystem (Racsko, 2019). Andererseits könnten Blockchain-basierte Identitätsprüfungssysteme verwendet werden, um sicherzustellen, dass nur Wahlberechtigte am Wahlprozess teilnehmen können. Dies würde dazu beitragen, Wahlbetrug zu verhindern und die allgemeine Integrität der Wahl zu erhöhen.

Über die Stimmabgabe hinaus könnten NFTs und Blockchain auch verwendet werden, um die Transparenz in der Verwaltung zu erleichtern und sicherzustellen, dass öffentliche Aufzeichnungen korrekt und manipulationssicher sind. Beispielsweise könnten Blockchain-basierte Systeme verwendet werden, um den Fluss staatlicher Gelder zu

verfolgen und sicherzustellen, dass sie bestimmungsgemäß verwendet werden. Dies würde das Vertrauen der Öffentlichkeit in staatliche Institutionen stärken und die Rechenschaftspflicht fördern.

Die Blockchain-Technologie kann auch verwendet werden, um Crowdfunding für öffentliche Projekte zu erleichtern. NFTs können Anteile am Projekt darstellen und Investoren einen materiellen Vermögenswert bieten, der ihren Beitrag darstellt. Dies erleichtert es z.B. einzelnen Mitgliedern einer Gemeinschaft, die nicht über die Ressourcen institutioneller Investoren verfügen, sich an der Entwicklung ihrer Gemeinschaft zu beteiligen. Dies ermöglicht mehr Transparenz und mehr Möglichkeiten für Stakeholder an wichtigen Entscheidungen beteiligt zu werden.

Stadtverwaltungen könnten mithilfe von NFT, mit deutlich verringertem administrativem Aufwand, Bürgerengagement und Teilnahme an öffentlichen Projekten oder Initiativen incentivieren. Beispielsweise könnten Bürger, die an Recyclingprogrammen oder kommunalen Säuberungsinitiativen teilnehmen, NFTs als Belohnung erhalten, die unkompliziert bei lokalen Unternehmen eingetauscht oder gegen Rabatte oder andere Vorteile eingelöst werden könnten. Mit NFTs würde die Hürde des Organisierens sowie der Nutzung der Belohnung deutlich herabgesetzt werden, da sie digital, transparent und manipulierungsicher auf der Blockchain abgewickelt wird.

Es gibt viele Möglichkeiten für Stadtverwaltungen, Blockchain und NFTs zu nutzen, um Partizipation zu gestalten und Bürger in den Entscheidungsprozess einzubeziehen. Die Blockchain und NFTs generieren dabei dadurch einen Mehrwert, dass sie Prozesse effizienter und transparenter gestalten, bzw. Prozesse, die ein hohes Maß an Transparenz und Vertrauen erfordern, effizienter gestalten.

NFT-Anwendungen in Städten.
Gemeinden, der öffentlichen
Verwaltung und anderen
Bereichen

Ausgewählte Blockchain-Projekte

Es gibt mehrere Blockchain- und NFT-Projekte im Bereich der öffentlichen Verwaltung in Deutschland und international, die sich derzeit in der Entwicklung oder in der Pilotphase befinden und das Potenzial der Technologie erahnen lassen:

In der AnKER-Einrichtung am Standort Dresden hat das Bundesamt für Migration und Flüchtlinge (BAMF) gemeinsam mit der Landesdirektion Sachsen (LDS) das Fundament für eine Föderale Blockchain-Infrastruktur Asyl (FLORA) in Deutschland gelegt. Ein neues Blockchain-basiertes Assistenzsystem unterstützt dabei die behördenübergreifende Zusammenarbeit im Asylprozess. Das FLORA-Assistenzsystem trägt nicht nur zu einer Verbesserung der Arbeitsabläufe bei, sondern reduziert auch die Anfälligkeit für Prozessfehler. Gleichzeitig werden Datenschutz und Manipulationssicherheit gestärkt. Das FLORA-Projekt des BAMF stellt dabei ein Leuchtturmprojekt für den Einsatz von Blockchain in der öffentlichen Verwaltung dar und kann als digitaler Enabler des Föderalismus betrachtet werden (Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT, Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust of the University of Luxembourg & Bundesamt für Migration und Flüchtlinge, 2022).

In Mittweida wird derzeit die Blockchain-Technologie getestet, um damit beispielsweise den Kauf von Snacks am Automaten zu ermöglichen und gleichzeitig hohe Gebühren einzusparen. Darüber hinaus soll die Baufinanzierung revolutioniert werden. Durch den Einsatz der Blockchain soll die sächsische Kleinstadt zu einem Tech-Zentrum avancieren (MWE GmbH, k.D.).

Die Europäische Blockchain Services Infrastructure (EBSI) wird über einen Knoten der Bundesnetzagentur bereitgestellt, um grenzüberschreitende Verwaltungsleistungen und zu ermöglichen. Das Projekt befindet sich jedoch noch in der Erprobungsphase (Wulff, k.D.).

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung betreibt die Blockchain "COVIM ImmunoHub". "In COVIM wird eine dezentralisierte Datenstruktur für immunologische Daten weiterentwickelt und bereitgestellt, um die Prinzipien des Schwarmlernens auf immunologische Datensätze für die KI-gestützte Analyse anzuwenden" (Klein, k.D.).

Der Zentral-Dombau-Verein experimentiert mit einer neuen, Blockchain-basierten Art der Geldbeschaffung, indem er ein Stück des Doms als digitalen Vermögenswert anbietet. Die Restaurierung des Doms verursacht Kosten in Millionenhöhe pro Jahr, von denen der Verein mehr als 60 Prozent durch Mitgliedsbeiträge, Spenden und Patenschaften finanziert. Der Verein wurde bereits 1842 als Bürgerinitiative gegründet und sammelte Gelder für die Fertigstellung des Doms, der mehr als 600 Jahre in Bau war. Ein Mitglied des Vereins, Sulpiz Boisserée, ließ damals großformatige Kupferstiche anfertigen, um für den Dom zu werben. Die Idee der NFTs knüpft an diese Tradition an (Schillings, k.D.).

Die Regierung von Dubai hat eine Blockchain-Strategie gestartet, die darauf abzielt, Dubai zur ersten Blockchain-betriebenen Regierung der Welt zu machen. Die Strategie umfasst mehrere Blockchain-Projekte, darunter eine digitale Identitätsplattform, ein Grundbuchsystem und ein Zahlungssystem (Masako Welch, 2022).

Das estnische e-Residency-Programm ermöglicht es jedem auf der Welt, eine digitale Identität zu beantragen und Geschäfte in Estland aus der Ferne zu tätigen. Das Programm nutzt die Blockchain-Technologie, um digitale Identitäten und Transaktionen zu

sichern und zu verifizieren, und sorgt so für mehr Sicherheit und Transparenz (Sullivan & Burger, 2017).

4 Herausforderungen beim Einsatz von NFTs

4.1 Benutzerfreundlichkeit

Der Krypto-Raum, inklusive NFTs, ist schwierig zu navigieren, selbst für versierte Nutzende, dementsprechend sind die Eintrittsbarrieren für nicht-Nutzende hoch. Zwar gibt es inzwischen viel Literatur, die den korrekten Umgang mit NFTs beschreibt, doch auch gute Tutorials setzen bestimmte technologische Grundkenntnisse und ein gewisses Maß an Beharrlichkeit voraus. Eine Eintrittsbarriere ist, dass man NFTs bisher nur mit Kryptowährung kaufen kann. D.h. die Interaktion mit NFTs erfordert bereits ein gewisses Maß an Vertrautheit mit der Krypto-Welt. Laut Vicktoria Klich vom w3.fund liegt die unmittelbare Zukunft darin, NFTs per traditioneller Kreditkartenzahlung zu erwerben, um diese erste Hürde leichter überwinden zu können (Parisi & Roth, 2022; Borkmann et al., 2022). Verschiedene ähnliche Projekte befinden sich in der Entwicklung, wobei es in naher Zukunft darauf ankommt, inwieweit es den Projekten gelingen wird, die Nutzererfahrung zu beeinflussen.

4.2 Koordinierung

Die meisten Anwendungsfälle erfordern, dass sich Anbieter auf eine Blockchain einigen. Für einen sinnvollen, breitflächigen und "medienbruchfreien" Einsatz von NFTs müssen sich individuelle Nutzende und Anbietende auf ein Register verständigen.

4.3 Blockchain als flächendeckende Zukunftstechnologie

Aus Gründen des Umfangs betrachtete dieses Whitepaper Blockchain-Implementationen bisher unter idealen Bedingungen. Erschwerend wirkte dabei, dass die bestehenden Implementationen von Blockchain, vorwiegend Kryptowährungen, deutlich andere Ziele verfolgen als kurz- und mittelfristig für eine Anwendung in der öffentlichen Verwaltung relevant sind. Dennoch ist es sinnvoll, die beworbenen Vorteile einer Blockchain gegenüber anderen Registerlösungen kritisch zu betrachten. Zuvor wurden Transparenz, Effizienz, Datenschutz, Unzensurierbarkeit und Sicherheit als fünf potenzielle Innovationsfelder angesprochen, die durch das Schlüsselkonzept der Dezentralisierung ermöglicht werden.

Für viele Anwendungen in der öffentlichen Verwaltung eröffnet die Dezentralisierung von Blockchains aber mehr Fragen, als sie beantwortet. Zunächst muss grundsätzlich die Frage gestellt werden, inwiefern Dezentralisierung eine bedeutsame Rolle in einer Anwendung der Blockchain in der öffentlichen Verwaltung spielen kann, wenn viele Anwendungen voraussetzen, dass bereits vertrauenswürdige Parteien, die ihre Vertrauenswürdigkeit weiterhin unabhängig von der Blockchain erhalten, über privilegierte Nutzungsrechte verfügen müssen (siehe private Blockchain). Der Einsatz einer public Blockchain in der öffentlichen Verwaltung wirft noch mehr Fragen auf, auf die es entweder noch keine Antworten gibt, oder die Antworten sind ein de facto K.O.-Kriterium. Vollständige Unzensurierbarkeit der Blockchain ist in den meisten Anwendungen in der öffentlichen Verwaltung z.B. nicht wünschenswert, da klerikale Fehler unvermeidbar sind.

Auch beim Einsatz von NFTs ergeben sich u. U. bedeutende Einschränkungen. Der Inhalt eines NFTs ist, bedingt durch die Funktionsweise der Blockchains, für alle frei in der Blockchain einsehbar, d.h. aus Datenschutzgründen müssten alle Anwendungen von NFTs in der öffentlichen Verwaltung so gestaltet werden, dass sie keinerlei personenbezogenen Daten enthalten. Dies kann den potenziellen Nutzen von NFTs einschränken, da dadurch viele der Vorteile von NFTs, wie die leichte Austauschbarkeit, in der Praxis oft nicht vollständig realisierbar sind. Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass, wie eingangs erwähnt, NFTs in erster Linie als eine Art digitaler Behälter zu verstehen sind. Der Inhalt eines NFT kann beliebig gestaltet werden und hat nicht notwendigerweise einen technologischen Bezug zur Blockchain. Das bedeutet, dass Blockchain selbst vertrauenswürdig nur die Gültigkeit und Echtheit des Behälters, aber nicht des Inhalts des Behälters, garantiert. Die Blockchain kann also nicht unabhängig Vertrauen über die Gültigkeit des zugrundeliegenden Inhalts eines NFTs herstellen, sie kann unabhängig nur Vertrauen über das zugehörige digitale Objekt herstellen.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass die bekannten öffentlichen Blockchain Anwendungen Bitcoin und Ethereum eine Vielzahl von Problemen aufweisen. Beispielsweise, obwohl die Blockchain, das Register an sich, aus rein technologischer Sicht dezentralisiert ist, bedeutet das nicht automatisch, dass auch die Vertrauens- und Machtstrukturen dezentralisiert sein müssen. Oft ist das Gegenteil der Fall, und das nicht unbeabsichtigt, sondern bauartbedingt: Sie fördern explizit eine Macht- und Wohlstandskonzentration. Bei der Ethereum-Blockchain, die ein sog. Proof-of-Stake Konsensprotokoll verwendet, bestimmt die bereits gehaltene Menge an Token der Nutzenden, die Wahrscheinlichkeit, noch mehr Token zu erhalten. Da das Konsensprotokoll davon ausgeht, dass Personen, die viel Ether (die native Währung der Ethereum Blockchain) halten, ein größeres Interesse daran haben, die Blockchain ehrlich zu führen (Schlatt et al., 2016), werden diese Personen öfter beauftragt, Einträge in die Blockchain zu validieren. Diese Validierung wird immer mit Ether belohnt: Je mehr Token man hat, desto öfter erhält man Token. Des Weiteren, obwohl die Blockchain dezentral geführt wird und somit niemand allein autoritative Entscheidungen für die Blockchain treffen kann, ergibt sich in der Praxis dennoch eine eindeutige Hierarchie: Die Entwickler der Blockchain und die größten Krypto-Halter können sich gemeinsam de facto über den Willen der anderen Krypto-Halter hinwegsetzen und Änderungen an der Blockchain vornehmen, indem sich Entwickler und Großinvestoren absprechen, sich auf eine andere Version der Blockchain einigen und ankündigen, diese in Zukunft fortzuführen und die alte zu verlassen. Dadurch werden alle anderen Nutzenden finanziell incentiviert, diese Entscheidung mitzugehen, da die neue Version der Blockchain diejenige mit der größeren Aktivität sein wird. Dementsprechend ist eine Blockchain auch nicht unzensurierbar oder unveränderbar.

5 Bedeutung von Blockchain und NFTs für Kommunen

Es gibt vielzählige Möglichkeiten für Kommunen, u.a. Aufgaben der Daseinsvorsorge mit Blockchain und NFTs zu verbessern. Blockchain und NFTs befinden sich in vielen Bereichen nach wie vor in einer Experimentier- und Entwicklungsphase und niemand kann vorhersehen, wie relevant diese Technologie in ein paar Jahren tatsächlich sein wird. Blockchain und NFTs haben das Potenzial, das World Wide Web in eine neue, dezentrale Ära zu führen, das Web3. Idee des Web3 ist der Aufbau eines dezentralen Online-Ökosystem auf Basis der Blockchain – ein Gegenentwurf zum aktuellen Web2, das von großen Tech-Unternehmen dominiert wird. Es ist eine stille Revolution, die trotz ihrer weitreichenden Implikationen im Mainstream kaum Beachtung findet. Kommunen haben die Möglichkeit, diese Revolution im Sinne der Bürgerinnen und Bürger positiv mitzugestalten, indem sie dezentrale, transparente und digitale Infrastrukturen und Angebote schaffen. Die Nutzung von Blockchain und NFTs wäre ein starkes Signal von öffentlicher Seite, das zeigt, dass auch digitale grassroots- oder bottom-up-Bewegungen das Potenzial haben, unsere Welt nachhaltig und für alle zu verändern.

Kommunen können sich dabei den Open-Source-Ansatz zu Nutze machen, um mit Schwarmintelligenz fehlende Blockchain-Kompetenzen oder Ressourcen auszugleichen.

Wie bei jeder potenziell disruptiven Technologie, ist das Risiko größer durch Nichtstun abgehängt zu werden, als durch Fehler Rückschläge hinnehmen zu müssen. Das bedeutet im Umkehrschluss: Erfahrungen in Blockchain-Projekten können sich in den kommenden als gute Investitionen auszahlen, falls das Web3 mit verbundenen Entwicklungen wie z. B. dem Metaverse oder Künstlicher Intelligenz an Popularität gewinnt.

Auch die Mitarbeitenden in Kommunen, die nicht direkt in die Entwicklung oder Gestaltung von NFT und Blockchain-Projekten involviert sind, können einen großen Anteil dazu beitragen, dass auf experimentelle Weise neue Technologien sinnvoll und anwenderfreundlich in den Arbeitsalltag integriert werden: durch die Nutzung wie z.B. beim Minten eigener NFTs, durch Wählen mit Governance Tokens oder durch die Aufbewahrung und den Handel von Krypto als Wertanlage erhalten die Systeme ihre Legitimation, denn Blockchain-Projekte leben von ihren Communities.

NFTs haben in der Kunst-, Musik- und Gaming-Branche bereits erheblich an Bedeutung gewonnen, und es ist wahrscheinlich, dass ihre Verwendung in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird. NFTs haben die Entwicklungsmöglichkeit, die Art und Weise zu revolutionieren, wie wir über Eigentum, Authentizität und Herkunft denken, und können Urhebern und Eigentümern von Inhalten neue Einnahmequellen bieten. Die Verwendung von NFTs in der öffentlichen Verwaltung ist in der Theorie vielversprechend für die Verbesserung der Erbringung staatlicher Dienstleistungen. NFTs sind digitale Assets, die einzigartig, unteilbar und manipulationsicher sind, was sie zu einem interessanten Werkzeug für die digitale Verwaltung und Verfolgung wichtiger Aufzeichnungen und Assets macht. Durch den Einsatz von NFTs können öffentliche Verwaltungen die Transparenz in ihren Abläufen erhöhen und die Wahrscheinlichkeit von Betrug und anderen Arten von Fehlverhalten verringern. Wie bei jeder Technologie sind jedoch auch mit dem Einsatz von NFTs in der öffentlichen Verwaltung potenzielle Risiken verbunden. Die Verwaltungen müssen sicherstellen, dass alle Bürger Zugang zu NFT-basierten Diensten haben und diese nutzen können, unabhängig von ihrem technologischen Verständnis oder ihren finanziellen Mitteln.

In den nächsten Jahren können wir erwarten, dass NFTs auf neue und innovative Weise in verschiedenen Branchen eingesetzt werden, beispielsweise in der Gaming- und Sportbranche für Sammlerstücke, in der Immobilienbranche für den Besitz von Eigentum und in der Modebranche zur Nachverfolgung der Echtheit von Luxusgütern. Diese Pionierprojekte können zukünftig als Orientierungshilfen dienen, was tatsächlich mithilfe der Blockchain und NFTs auch in der öffentlichen umsetzbar ist. Die erfolgreiche Entwicklung der Blockchain-Technologie in der Zukunft wird vermutlich von mehreren Faktoren abhängen, darunter:

Skalierbarkeit: Da immer mehr Benutzer und Anwendungen beginnen, die Blockchain-Technologie zu verwenden, wird die Skalierbarkeit ein Schlüsselfaktor für ihren Erfolg sein. Aktuelle Blockchain-Infrastrukturen sind möglicherweise nicht in der Lage, das Transaktionsvolumen zu bewältigen, das für die allgemeine Einführung erforderlich ist, sodass Verbesserungen der Skalierbarkeit von entscheidender Bedeutung sind.

Interoperabilität: Da immer mehr Blockchain-Netzwerke entstehen, wird Interoperabilität der Schlüssel sein, damit verschiedene Blockchains nahtlos zusammenarbeiten können. Die Interoperabilität wird es Benutzern ermöglichen, Assets und Daten über verschiedene Blockchain-Netzwerke hinweg zu übertragen, wodurch die Effizienz und Effektivität der Blockchain-Technologie erhöht wird.

Benutzererfahrung: Die Blockchain-Technologie kann komplex und für technisch nicht versierte Benutzer schwer verständlich sein. Verbesserungen der Benutzererfahrung, wie z. B. einfacheres Onboarding und einfachere Benutzeroberflächen, werden für die allgemeine Akzeptanz von entscheidender Bedeutung sein.

Ökologische Nachhaltigkeit: Einige Proof-of-Work-Blockchains benötigen derzeit eine erhebliche Menge an Energie, um zu funktionieren, und es gibt Bedenken hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen. Verbesserungen der Energieeffizienz und die Entwicklung nachhaltigerer Blockchain-Architekturen werden entscheidend sein, um die langfristige Lebensfähigkeit der Blockchain-Technologie zu gewährleisten.

Regulierung: Mit zunehmender Verbreitung der Blockchain-Technologie wird sie einer verstärkten Regulierung unterliegen. Klare und vorhersehbare regulatorische Rahmen-

bedingungen werden entscheidend dafür sein, dass die Blockchain-Technologie gedeihen kann und gleichzeitig die Interessen von Nutzern und Interessengruppen geschützt werden.

- Berghoff, C., Braam, S., Gebhardt, U., Häberer, S., Häberlen, T., Kelber, U., Lochter, M., Maßberg, S., Oberweis, R. & Stadler, T. (2019). Blockchain sicher gestalten: Konzepte, Anforderungen, Bewertungen. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Analyse.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Berryhill, J., Bourgery, T. & Hanson, A. (2018). Blockchains Unchained: Blockchain Technology and its Use in the Public Sector (OECD Working Papers on Public Governance Nr. 28). OECD. <https://doi.org/10.1787/3c32c429-en>
- Binance. (2023, Februar 9). Custodial vs. Non-Custodial Wallets: What's the Difference? <https://academy.binance.com/en/articles/custodial-vs-non-custodial-wallets-what-s-the-difference>
- Bitkom. (2023, Mai 24). Digitale Verwaltung: Bund will sich noch einmal fünf Jahre Zeit lassen [Pressemitteilung]. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitale-Verwaltung-Onlinezugangsgesetz>
- Borkmann, V., Schubert, F. & Ciziroglou, P. (2023). Future Hotel – Token Economy. Use Potential of Non-fungible Tokens for Hotel Business. Fraunhofer IAO.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (k.D.). Man-In-The-Middle-Angriff. <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/M/Man-In-The-Middle-Angriff.html>
- MWE GmbH. (k.D.). Blockchain-Schaufensterregion Mittweida. Blockchain-Mittweida. <https://blockchain-mittweida.com/impressum/>
- Deutscher Städte- und Gemeindebund. (2021, Mai 27). Die Hälfte der Deutschen hat noch nie von der Blockchain gehört [Pressemitteilung]. <https://www.dstgb.de/themen/digitalisierung/aktuelles/die-haelfte-der-deutschen-hat-noch-nie-von-der-blockchain-gehoert/>
- Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. (k.D.). Algorithmus. In Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. Zugriff am April 18, 2023. <https://www.dwds.de/wb/Algorithmus>
- Djordjevic, V. & Gehring, R. (2013, Oktober 1). Geschichte des Urheberrechts. Bundeszentrale für Politische Bildung. Zugriff. 5. Mai 2023. <https://www.bpb.de/themen/digitalisierung/urheberrecht/169977/geschichte-des-urheberrechts/>
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT, Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust of the University of Luxembourg & Bundesamts für Migration und Flüchtlinge. (2022). Föderale Blockchain Infrastruktur Asyl (FLORA) Pilotierung und Evaluation des FLORA-Assistenzsystems im Kontext der AnKER-Einrichtung Dresden. Bundesamt für Migration und Flüchtlinge. <https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/1532/wi-1532.pdf>

- Geuter, J. (2021, Dezember 29). The Third Web. tante. <https://tante.cc/2021/12/17/the-third-web/>
- Guadamuz, A. (2021, Dezember 22). Non-fungible tokens (NFTs) and the copyright perspective. Rare Hippo. <https://rarehippo.news/non-fungible-tokens-nfts-and-the-copyright-perspective/>
- Klein, F. (k.D.). ImmunoHub. COVIM. <https://covim-netzwerk.de/forschung/immunohub>
- Kuhn, J. (2022). Digitale Verwaltung - Deutschland bleibt offline. Deutschlandfunk <https://www.deutschlandfunk.de/digitale-verwaltung-deutschland-hinkt-hinterher-100.html>
- Lindman, J., Berryhill, J., Welby, B. & Piccinin Barbieri, M. (2020). The uncertain promise of blockchain in government (OECD Working Papers on Public Governance Nr. 43). OECD. <https://doi.org/10.1787/19934351>
- Masako Welch, E. (2022, Oktober 28). 10 Things to Know About Dubai's Digital Economy Ambitions. Entrepreneur Middle East. <https://www.entrepreneur.com/en-ae/growth-strategies/10-things-to-know-about-dubais-digital-economy-ambitions/438035>
- Mergel, I. (2019). Digitale Transformation als Reformvorhaben der deutschen öffentlichen Verwaltung. der moderne staat – Zeitschrift für Public Policy, Recht und Management, 12(1-2019), 162–171. <https://doi.org/10.3224/dms.v12i1.09>
- Musamih, A., Dirir, A., Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R. and Puthal, D. (2022): NFTs in Smart Cities: Vision, Applications, and Challenges. IEEE Consumer Electronics Magazine, 1-14. www.doi.org/10.1109/MCE.2022.3217660.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- OpenAI. (2023). ChatGPT (Version von Mai 24) [Großes Sprachmodell]. <https://chat.openai.com/>
- Parisi, D. & Roth, H. (Hosts) (2022, März 23). 30 - Viktoria Klich, Co-Founderin w3.fund & nft studio berlin | Crypto-/NFT-Fundraising | NFT Drops | CX mit NFTs (Nr. 30) [Audio-Podcast]. In 7 Fragen, 7 Essenzen. <https://open.spotify.com/episode/6IHFdnyk9nkdsqdDUvk7h7>
- Peterit, D. (2021, March 11). Krypto-Kunst bei Christie's: NFT von Beeple erzielt 69 Millionen Dollar. T3n. <https://t3n.de/news/krypto-kunst-christies-nft-beeple-1365427/>
- Racsko, P. (2019). Blockchain and Democracy. Society and Economy, 4(31), 353-369. <https://doi.org/10.1556/204.2019.007>
- Ray, S. (2018, Februar 22). Blockchains versus Traditional Databases. Towards data science, Medium. <https://towardsdatascience.com/blockchains-versus-traditional-databases-e496d8584dc>
- Russo, C. (2020). The Infinite Machine: How an Army of Crypto-hackers Is Building the Next Internet with Ethereum. HarperBusiness.

- Schlatt, V., Schweizer, A., Urbach, N., & Fridgen, G. (2016). Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale [White paper]. Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT.
https://www.fit.fraunhofer.de/content/dam/fit/de/documents/Blockchain_White_Paper_Grundlagen-Anwendungen-Potentiale.pdf
- Schillings, O. (k.D.). Projekt. Dome Cologne NFT.
<https://www.domecolognenft.com/de-about/index.html>
- Bitkom. (2023, Mai 24). Digitale Verwaltung: Bund will sich noch einmal fünf Jahre Zeit lassen [Pressemitteilung].
<https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitale-Verwaltung-Onlinezugangsgesetz>
- Strüker, J., Urbach, N., Guggenberger, T., Lautenschlager, J., Ruhland, N., Schlatt, V., Sedlmeir, J., Stoetzer, J.-C. & Völter, F. (2021). Self-Sovereign Identity – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale portabler digitaler Identitäten. Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik.
https://www.fit.fraunhofer.de/content/dam/fit/de/documents/Fraunhofer%20FIT_SSI_Whitepaper.pdf
- Sullivan, C. & Burger, E. (2017). E-residency and blockchain. *Computer Law & Security Review*, 33(1), 470-481. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.03.016>
- Valeonti, F., Bikakis, A., Terras, M., Speed, C., Hudson-Smith, A., & Chalkias, K. (2021). Crypto Collectibles, Museum Funding and OpenGLAM: Challenges, Opportunities and the Potential of Non-Fungible Tokens (NFTs). *Applied Sciences*, 11(21). <http://dx.doi.org/10.3390/app11219931>
- Wulff, F. (k. D.). Die European Blockchain Service Infrastructure (EBSI). Bundesnetzagentur.
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Technologien/Blockchain/BC_European/start.html

Impressum

**Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO**

Nobelstrasse 12
70569 Stuttgart

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Vanessa Borkmann
Telefon +49 711 970-5486
vanessa.borkmann@iao.fraunhofer.de

Fraunhofer-Publica

<http://dx.doi.org/10.24406/publica-1706>

Titelbild

Fraunhofer IAO, erstellt mit DALL-E 2

