



Herausforderungen und Förderstrategien für die Blockchain-Technologie

Fabian Reetz

Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10-2019

Stiftung Neue Verantwortung e.V.

Diese Studie wurde im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Die EFI hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 10-2019

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle

c/o Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

Pariser Platz 6

10117 Berlin

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der EFI oder der Institute reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt und weitere Informationen:

Fabian Reetz

Stiftung Neue Verantwortung e.V.

Beisheim Center

Berliner Freiheit 2

10785 Berlin

Telefon: +49 (0)30 81 45 03 78 95

Fax: +49 (0)30 81 45 03 78 97

eMail: freetz@stiftung-nv.de

Inhalt

Executive Summary	4
Einleitung	6
Methodik	7
Was ist Blockchain?	8
Der Blockchain-Begriff	8
Historie	8
Funktionsweise und Varianten	10
Potenziale und Visionen	12
Blockchain-Standort Deutschland	15
Anwendung am Beispiel der Energiewirtschaft	16
Hemmnisse und Risiken	21
Regulierung und Rechtsprechung	21
Technologie	22
Kommunikation	23
Werte und politische Motive	24
Handlungsempfehlungen	26
Kommunikative Maßnahmen	26
Forschung und Bildung	27
Regulierung und Gestaltung	28
Fazit	30
Literatur	31

Executive Summary

Die Blockchain-Technologie hat enormes Potenzial, um digitale Prozesse effizienter zu gestalten und Innovationen in vielen Wirtschaftsbereichen anzustoßen. Für Deutschland spielt die Technologie aber eine besondere Rolle, denn ein Großteil der Entwickler:innen-Community hat sich hier angesiedelt, schafft Arbeitsplätze und lockt weitere Unternehmen an, die auf diese neue digitale Infrastruktur aufbauen möchten. Doch die internationale Konkurrenz holt mit großen Schritten auf. Um den derzeitigen Standortvorteil auch langfristig zu sichern sind klare Rahmenbedingungen und eine proaktive Gestaltung notwendig.

Allerdings klafft noch immer eine große Verständnislücke zwischen der Blockchain-Community und der Politik. Welche Herausforderungen die Technologie daneben noch meistern muss und welche Maßnahmen dabei helfen könnten, haben wir in einem Workshop mit hochkarätigen Expert:innen erarbeitet, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit dem Thema Blockchain beschäftigen. Wir haben diese Herausforderungen in vier Bereiche zusammengefasst:

Regulatorische Herausforderungen bestehen vor allem in unklaren Rahmenbedingungen. Dazu zählt unter anderem die steuerliche Einstufung von Blockchain-basierten Tokens und Finanzierungsmodellen durch ICOs. Hier gibt es immer noch viel Grauzonen und Einzelfallentscheidungen, die eine große Unsicherheit bei Gründer:innen und Investor:innen erzeugen. Außerdem sind einige Grundeigenschaften der Technologie, wie die Unveränderlichkeit von Einträgen oder das Fehlen einer zentralen Auskunftsstelle bei öffentlichen Blockchains, mit der EU-Datenschutzgrundverordnung unvereinbar. Das Bewusstsein dieser Diskrepanz besteht zwar bei den beteiligten Akteuren, dies hat aber noch nicht zu einer veränderten Rechtsgrundlage geführt.

Technische Herausforderungen bestehen vor allem bei der Skalierbarkeit einzelner Blockchains. Gemeint ist hier die mögliche Transaktionsrate, die in den meisten Fällen noch nicht auf dem Niveau klassischer Technologien, wie Visa (als Zahlungsmittel) oder Cloud-Anwendungen (für Berechnungen), sind. Außerdem erzeugen Blockchains, die den Proof of Work Mechanismus verwenden, durch ihren enormen Energieverbrauch erhebliche Externalitäten und gefährden die weltweiten Klimaziele. Neuere Blockchains verwenden zwar immer häufiger energieeffizientere Mechanismen, der Energieverbrauch großer Blockchains wie Bitcoin oder Ethereum bleibt dennoch ein Problem.

Kommunikative Herausforderungen stehen einer Gestaltung der Rahmenbedingungen massiv im Weg. Unter dem Begriff Blockchain werden zum Teil vollkommen unterschiedliche Abstraktionsebenen verstanden und kommuniziert. Grundsätzlich fällt es Akteuren außerhalb der Blockchain-Szene schwer, zwischen den Ebenen "Anwendungen" und "Infrastruktur" zu unterscheiden, da hier zuweilen dieselben Narrative und Nutzenversprechen verwendet werden. Für einen Austausch auf Augenhöhe und das Verständnis über die Tragweite der Technologie ist ein hohes Maß an (technischem) Vorwissen notwendig, das nur Wenige aufbringen können. Hinzu kommen die enorme Entwicklungsgeschwindigkeit und unterschiedliche Selbst- und Außenwahrnehmungen von Akteursgruppen wie Politik und Entwickler:innen, wodurch ein Austausch zusätzlich erschwert wird.

Werte und Motive der Entwickler:innen sind ein bisher vollkommen unterbelichteter Aspekt. Blockchains schicken sich an als Erweiterung des Internets unsere Welt zu verändern. Dafür nutzen sie neben Kryptografie vor allem Anreizmechanismen, die tief in der Infrastruktur verankert werden. Welches Verhalten begünstigt und welches vermieden werden soll, wird der Infrastruktur also einprogrammiert. Entwickelt wird diese Infrastruktur aber von einer verhältnismäßig kleinen, homogenen Gruppe. Teile dieser Gruppe haben dabei ideologische Ursprünge, die den europäischen Wertvorstellungen entgegenstehen. Daher ist es nur legitim die (politischen) Motive der handelnden Akteure zu hinterfragen.

Diesen vielschichtigen Herausforderungen kann aber mit einer nationalen Blockchain-Strategie, für die erste Handlungsempfehlungen formuliert wurden, begegnet werden.

Allem voran sollte sich in einer Blockchain-Strategie die Komplexität der Technologie widerspiegeln. Hierbei ist eine weitreichende Zusammenarbeit von Ministerien, Community und allen betroffenen Stakeholdern gefragt. Die Bundesregierung sollte in der Ausarbeitung mit unabhängigen Akteuren zusammenarbeiten, die einerseits das nötige technologische Know How aufbringen, andererseits aber Partikularinteressen filtern und bewerten können.

Ein breiter interdisziplinärer Diskurs kann Blockchain für mehr Stakeholdergruppen zugänglich machen und die Weiterentwicklung dieser digitalen Infrastruktur kann besser demokratisch legitimiert werden. Deutschland kann und sollte bei dem Thema als internationaler Vordenker agieren. Dabei sollten wir auf das bauen, was wir gut können: Weltoffenheit, europäische Grundwerte, Fairness, Datenschutz.

Die Förderung der Technologie sollte sich im ersten Schritt auf die Kerninfrastruktur konzentrieren, auf die weitere Anwendungen aufgebaut werden können. Hierbei sollten Kriterien wie Energieverbrauch, Datenschutz und ethische Grundsätze zur Anwendung kommen.

Die Effekte einer solchen ganzheitlichen Strategie sollten schnellstmöglich spürbar werden, um mit dem enormen Tempo der Weiterentwicklung von Blockchain mitzuhalten. Noch steht Deutschland als internationaler Blockchain-Standort gut da – aber die Uhr tickt.

Einleitung

Die Blockchain-Technologie ist in aller Munde. Die Technologie, die erstmals bei der Kryptowährung Bitcoin eingesetzt wurde, gilt als revolutionär, da sie einige grundsätzliche Funktionsweisen von Transaktionen im digitalen Bereich gänzlich anders löst als bisher möglich. Sie verspricht unter anderem Transaktionen effizient, sicher und dezentral zu organisieren. Damit birgt Blockchain das Potenzial, auf vielen verschiedenen Ebenen klassische Intermediäre wie Banken, zentrale Datenserver oder gar Stromanbieter, die bisher die Sicherheit und Vertraulichkeit von Transaktionen garantierten, zu ersetzen oder zumindest unter Druck zu setzen.

Die deutsche und europäische Politik hat den Stellenwert der Blockchain-Technologie als Wirtschafts- und Innovationsfaktor erkannt und versucht nun, Strategien zur Förderung und Regulierung zu entwickeln.¹ Allerdings hat die Diskrepanz zwischen medialem Hype und dem nach wie vor bestehenden Mangel an konkreten Anwendungen im Alltag zu einer Kluft zwischen Entscheidungsträger:innen und Entwickler:innen geführt. Während erstere sich schwer damit tun, diese neuen Ideen und Konzepte zu verstehen, kann letzteren die Entwicklung gar nicht schnell genug gehen. Beide Wahrnehmungen haben zwar ihre Daseinsberechtigung, doch die Verständigung zwischen den Akteuren bleibt auf der Strecke.

In seiner Kombination aus technologischer Komplexität, wolkigen Potenzialen und begeisterten Sympathisant:innen erinnert die Situation an die frühen Stunden des Internets, das unsere Lebensrealität zwar maßgeblich verändert hat, doch dessen Potenziale seinerzeit ebenfalls schwer vorherzusehen waren. Es besteht derzeit ein enormes Spannungsverhältnis zwischen einer mysteriös anmutenden Technologie, deren Tiefen nur wenige verstehen auf der einen Seite und einem breiten Drang zur Teilnahme und Gestaltung aufgrund der enormen Nutzenversprechen auf der anderen Seite.

Die Stiftung Neue Verantwortung (SNV) hat langjährige Erfahrung darin, solche technologischen Veränderungsprozesse und deren gesellschaftliche Auswirkungen zu analysieren, zu erklären und zu bewerten. Außerdem verfügt die SNV über einschlägiges Know-How und Kontakte im Blockchain-Bereich und der Anwendung der Technologie in der Energiewirtschaft.

¹ Europäisches Parlament, 2018, Distributed ledger technologies and blockchains: building trust with disintermediation, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P8-TA-2018-0373&language=EN&ring=B8-2018-0397>.

Methodik

Technologischer Wandel ist weit mehr als das Aufkommen neuer Technologien wie Blockchain. Zu komplex sind heute die Auswirkungen auf unsere Gesellschaft, unsere Politik oder unsere Wirtschaft, um von einzelnen Personen oder Disziplinen durchschaut zu werden. Was es braucht, um technologischen Wandel gemeinwohlorientiert gestalten zu können, sind neue Netzwerke und Allianzen, die die unterschiedlichen Blickwinkel und Disziplinen zusammenbringen, zur Diskussion stellen und Spannungsfelder sichtbar machen. Doch nur selten finden diese Netzwerke selbständig und vor allem rechtzeitig zueinander, um Entscheidungsträger:innen die nötige Orientierung für ihre Gestaltungsaufgabe zu geben. Zu häufig werden Gestaltungspotenziale erst erkannt, wenn einzelne Akteure schon Fakten geschaffen haben. Im Fall von Blockchain könnte dadurch nicht nur eine große wirtschaftspolitische Chance verspielt werden. Auch die gesellschaftlichen Auswirkungen wären enorm.

Die Stiftung Neue Verantwortung hat eine Methodik entwickelt, um dies zu adressieren. Die *Radikale Prüfung* wendet dazu Elemente der Kreativmethode Design Thinking und agiler Entwicklung aus der Softwarebranche auf politische Fragestellungen an.

In kurzen Sprints werden Hypothesen zur Problemanalyse sowie möglichen Handlungsoptionen entwickelt, die frühzeitig gemeinsam mit Expert:innen aus verschiedenen Fachgebieten in Workshops getestet und iterativ weiterentwickelt werden. So wird zum einen sichergestellt, dass auf aktuelle Entwicklungen schnell reagiert werden kann und andererseits die im Projekt entwickelten Ideen praktikabel und umsetzbar sind.

Die Voraussetzung hierfür sind starke Netzwerke mit einer Vielzahl an Akteuren aus den Bereichen der Forschung, Wirtschaft, Politik und Verwaltung, aber auch der Kontakt zu Startups und innovativen Vordenker:innen digitaler Technologien. Der Zusammensetzung von Workshops kommt hierbei größte Aufmerksamkeit zu, da ihre Dynamik maßgeblich die Qualität der Ergebnisse beeinflusst.

Für die vorliegende Studie wurden nach einem initialen Recherche-Sprint und mehreren Interviews 16 Teilnehmer:innen aus folgenden Bereichen bei einem ganztägigen Workshop in Berlin zusammengebracht.²

- Wissenschaftler:innen, die sich mit den Anwendungspotenzialen der Blockchain-Technologie beschäftigen
- Vertreter:innen von Blockchain Startups
- Jurist:innen mit Blockchain-Expertise
- Vertreter:innen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie
- Vertreter:innen des Blockchain Bundesverbands “Bundesblock”
- Blockchain-Entwickler:innen
- Vertreter:innen von Think Tanks, die sich mit Blockchain beschäftigen

² Die Teilnehmer:innen haben zur Vorbereitung des Workshops unter anderem eine Mindmap erhalten, in der wir auf Basis unserer Recherchen mögliche Hemmnisse und Problemfelder systematisiert haben.

Der Workshop konzentrierte sich vor allem auf mögliche Transfer-Hürden, die Blockchain überwinden muss, damit die Technologie ihr volles Potenzial entfalten kann. Die Teilnehmer:innen führten dabei zunächst in Kleingruppen eine ergebnisoffene Diskussion über ihre jeweiligen Wahrnehmungen des durch die SNV skizzierten Problemfeldes (siehe Anhang). Dieses Problemfeld wurde ergänzt, überarbeitet und die Themen für den weiteren Verlauf priorisiert.

Anschließend wurden mögliche Maßnahmen entwickelt, wie die Technologie weiter gefördert werden könnte und deren jeweilige Abhängigkeiten zur Diskussion gestellt. Die Ergebnisse wurden durch die SNV dokumentiert und aufbereitet und dienen als wichtiger Input für die vorliegende Studie.

Was ist Blockchain?

Der Blockchain-Begriff

Die Blockchain-Technologie bietet die Möglichkeit, die Authentizität digitaler Transaktionen zu gewährleisten. Bei Blockchain wird eine vollständige Historie sämtlicher jemals getätigter Transaktionen geführt. Dazu werden neue Transaktionen kontinuierlich in Blöcken zusammengefasst und kryptografisch mit dem vorherigen Block verbunden. Jeder neue Block enthält als Input neben den Transaktionen auch den Hashwert (eine Art einmalige Identifikationsnummer) des vorherigen Blockes. Es entsteht so eine nicht änderbare Kette aus Blöcken. Würde jemand eine Transaktion oder gar einen ganzen Block nachträglich manipulieren wollen, müsste dafür ein neuer Hashwert berechnet werden. Damit müssten aber auch alle nachfolgenden Blöcke neu berechnet werden, da sie aufeinander aufbauen. Zeitgleich fügt aber der Rest des Netzwerkes weiterhin neue Blöcke an die Blockchain an. Ein Wettlauf der praktisch nicht zu gewinnen ist.

Blockchain ist eine spezielle Ausprägung von *Distributed Ledger Technologies* (DLT). DLT ist ein Überbegriff für Technologien, die ihre Datenregister (*Ledger*) nicht durch eine zentrale Instanz organisieren, sondern dieses auf mehrere verteilte (distributed) Akteure verteilen. Sie entscheiden Konsens-basiert darüber, welche Informationen aktuell und korrekt sind. Neben Blockchain gibt es aber auch noch weitere DLT. Beispiele sind hier [Herera Hashgraph](#), Avalanche³ oder Tangle von [IOTA](#). Im Gegensatz zu Blockchain werden hier keine Ketten gebaut, sondern mehrdimensionale Datenstrukturen. Auch sie verfügen aber über Protokolle zur Konsensfindung zwischen den Teilnehmer:innen.

Historie

Entgegen der allgemeinen Wahrnehmung nahm die Blockchain-Technologie ihre gedanklichen Anfänge lange bevor Bitcoin im Jahr 2009 entwickelt wurde. Schon seit den 1980er Jahren engagieren sich sogenannte *Cypherpunks* im digitalen Raum für flächendeckende Verschlüsselung, anonyme elektronische Bezahlsysteme und gegen Überwachung durch staatliche Institutionen. Ihr Motto lautet dabei: "Don't trust, verify".⁴

³ Team Rocket, 2018, Snowflake to Avalanche: A Novel Metastable Consensus Protocol Family for Cryptocurrencies.

⁴ E. Hughes, 1993, A Cypherpunk's Manifesto, <https://www.activism.net/cypherpunk/manifesto.html>.

Ein zentrales Anliegen der *Cypherpunk*-Bewegung war seit jeher Geld. Es wurde kritisiert, wie anfällig Banken und Währungssysteme gegen Manipulation, Betrug und (staatliche) Zensur sind. Es wurden daher mehrere Versuche unternommen, eine Zensur-resistente digitale und vor allem dezentrale Währung zu etablieren. Solche Versuche, wie zum Beispiel *bit gold*⁵ oder *b-money*⁶ lieferten die Vorarbeit für Bitcoin.

Im Jahr 2008 bekamen diese Bemühungen durch die Bankenkrise neues Momentum. Die Ursache für die Finanzkrise sahen die *Cypherpunks* im zentral organisierten und korrupten System der Banken und ihrer Aufsicht. Eine anonyme Person oder Personengruppe aus der Cypherpunk-Szene, die nur unter dem Pseudonym Satoshi Nakamoto bekannt ist, stellte(n) im berühmten Whitepaper “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”⁷ die erste überzeugende Kryptowährung vor. Der entscheidende Erfolgsfaktor war dabei die technologische Grundlage von Bitcoin – die Blockchain-Technologie. Dabei wurden Kryptografie, spieltheoretische Anreize und dezentrale Strukturen so kombiniert, dass die Währung auch ohne eine zentrale Instanz wie eine Bank sicher funktionieren kann. Eine der größten Herausforderungen, die Bitcoin löste, war das sogenannte *double spending*. Darunter versteht man die Möglichkeit, ein digitales Gut (wie eine Kryptowährung) einfach zu kopieren und damit doppelt ausgeben zu können. Durch ein kryptografisches Verbinden aller jemals getätigten Transaktionen zu einer Kette konnte dieses Problem gelöst werden. Durch dieses Autorisierungsverfahren konnte außerdem die Anzahl der im Umlauf befindlichen Bitcoins reguliert werden. Damit konnte erstmals nachweislich Knappheit für ein digitales Gut geschaffen werden.

Lange Zeit war Bitcoin für Menschen außerhalb der Cypherpunk- und Hacker-Szene vollkommen unbekannt. Bitcoin wurde in der Anfangsphase von Kriminellen zweckentfremdet, was für neue Technologien nicht ungewöhnlich ist. Auf dem Darknet-Marktplatz Silkroad wurden mit Hilfe der Kryptowährung Waffen, Drogen und illegale Dienstleistungen gehandelt bis dieser 2014 vom FBI geschlossen wurde. Solche Fälle ließen Bitcoin zeitweise in Verruf geraten.⁸

Dennoch wuchs die Entwickler:innen-Community stetig weiter und es reifte die Erkenntnis, dass man das Grundprinzip von Blockchain neben Finanztransaktionen auch noch für andere Zwecke anwenden kann. Ein Meilenstein war dabei die Veröffentlichung des *Ethereum* Whitepapers des damals 19-jährigen Vitalik Buterin.⁹ Darin beschrieb er die Möglichkeit, auf Basis einer Blockchain einen verteilten “Weltcomputer” zu schaffen. Dazu können die Transaktionen in der Blockchain mit komplexen Computerprogrammen versehen werden – sogenannte *Smart Contracts*.

Mit dem breiten Einsatzspektrum und zunehmender Bekanntheit von Blockchain im Allgemeinen stieg auch der Wechselkurs von Bitcoin und anderen Kryptowährungen (zunächst hauptsächlich

5 Bit Gold wurde von Nick Szabo, einem bekennenden Cypherpunk und Erfinder des Smart Contracts erfunden, siehe dazu: N. Szabo, 2005, Bit-Gold, <https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>.

6 W. Dai, bmoney, <http://www.weidai.com/bmoney.txt>.

7 S. Nakamoto, 2008, Bitcoin: A Peer-to-Peer electronic Cash System, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

8 J. Ball et al, 2013, FBI claims largest Bitcoin seizure after arrest of alleged Silk Road founder, The Guardian, <https://www.theguardian.com/technology/2013/oct/02/alleged-silk-road-website-founder-arrested-bitcoin>.

9 V. Buterin, 2013, A Next Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform, <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>.

zum US-Dollar) wodurch die Early Adopter und risikoaffine Spekulant:innen innerhalb kurzer Zeit enorme Gewinne verzeichnen konnten, was den zunehmenden Hype um die Technologie weiter anheizte. Dadurch verschob sich auch der Fokus von der technologischen Weiterentwicklung zunehmend hin zu schnellen Gewinnen.



Abb. 1: Wechselkurs von Bitcoin zum US Dollar¹⁰

Dennoch entwickelte sich die Technologie kontinuierlich weiter. Etliche Blockchains die Unzulänglichkeiten der ersten Technologiegeneration adressierten und den Funktionsumfang weiter erhöhten wurden seither entwickelt und vergrößerten damit den Kreis der Entwickler:innen und das Anwendungsspektrum.

Funktionsweise und Varianten

Blockchain ist eine neue Möglichkeit, um digitale Daten zu speichern und zu übertragen. Die Besonderheit der Blockchain-Technologie liegt in der Dezentralisierung von Aufgaben und Funktionen, die üblicherweise zentrale Akteure übernommen haben. Statt die Sicherheit eines Systems, den Zugang und die Richtigkeit der Daten einem Intermediär wie einer Bank zu überlassen, wird dies bei einer Blockchain vielen gleichberechtigten Nutzer:innen – so genannten Peers – überlassen. Diese müssen sich allerdings, um an diesem System teilnehmen zu können, an bestimmte „Spielregeln“ halten. Diese Spielregeln bilden das Protokoll, das bei Blockchain aus einer Kombination aus Verschlüsselung (Kryptografie) und Anreizen besteht, sich korrekt zu verhalten.¹¹

Neben klassischen Kryptowährungen wie Bitcoin gibt es zahlreiche andere Ausprägungen der Blockchain-Technologie, die je nach Einsatzzweck andere Bausteine und Funktionen haben. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale werden im Folgenden beschrieben.

10 <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>.

11 Einführungen in die technischen Hintergründe der Technologie bieten folgende Publikationen:

- C. Meinel et al., 2018, Blockchain: Hype oder Innovation, HPI Potsdam, <https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/10314/file/tbhp113.pdf>.
- J. Strüker, 2017, Blockchain in der Energiewirtschaft, BDEW, https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Blockchain_Energiewirtschaft_10_2017.pdf.

H. Zimmermann und J. Hoppe, 2018, Chancen und Risiken der Blockchain für die Energiewende, <https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/21472.pdf>.

Smart Contracts

Die Blöcke klassischer Kryptowährungen wie Bitcoin enthielten lediglich Transaktionen. Nachfolgende Generationen, die oft als “Blockchain 2.0” bezeichnet werden, können hingegen auch komplexe digitale Logiken – sogenannte Smart Contracts – enthalten. Die Ethereum Blockchain, die von Vitalik Buterin in 2014 erdacht wurde, war die erste Blockchain, die darauf ausgerichtet war, Smart Contracts zu unterstützen. Zuweilen werden diese auch als programmierbare Transaktionen bezeichnet. Diese können prinzipiell alles enthalten, das man in Computercode ausdrücken kann – von einfachen Wenn-Dann-Beziehungen bis hin zu komplexen Programmabläufen. Smart Contracts sind einer der wichtigsten Gründe für den Blockchain-Hype in den letzten Jahren, weil dadurch der Funktionsumfang und die möglichen Einsatzgebiete der Technologie dramatisch erhöht wurden. Allerdings stellen Smart Contracts entgegen ihrer Bezeichnung keine rechtlich bindenden Verträge dar, sondern dienen der Automatisierung von Abläufen oder real geschlossenen Verträgen. Dies könnte sich jedoch in den nächsten Jahren durch eine Überarbeitung der Rechtsprechung ändern, wodurch Smart Contracts unter bestimmten Voraussetzungen mit klassischen Verträgen gleichgestellt werden würden.¹²

Privat vs. öffentlich

Der wichtigste Unterschied zwischen privaten und öffentlichen Blockchains ist, ob die Zugriffsrechte eingeschränkt sind oder nicht. Bitcoin ist das Paradebeispiel für eine *permissionless public Blockchain* – also eine Blockchain, auf die man ohne Genehmigung oder Einschränkungen (anonym) zugreifen kann und sich an der Verifizierung von Transaktionen (also dem Erstellen neuer Blöcke) beteiligen kann. Demgegenüber sind private Blockchains im Zugang und der Verifizierung von Transaktionen eingeschränkt. Diese Zugriffsrechte werden hier über eine zentrale Anlaufstelle (üblicherweise eine Firma, die die Technologie für interne Zwecke einsetzen möchte) verwaltet. Transaktionen werden bei privaten Blockchains zumeist von festgelegten Instanzen verifiziert.¹³ Der Begriff Blockchain bezeichnet also zuweilen vollkommen unterschiedliche Dinge. Während die meisten Menschen dabei an öffentliche Kryptowährung wie Bitcoin denken, gibt es mittlerweile auch zahlreiche IT-Unternehmen, die private Blockchain-Lösungen nach dem Baukastenprinzip anbieten.

Konsens-Mechanismen

Da es bei der Blockchain keinen Intermediär gibt, der die Authentizität und Integrität der Daten garantiert, müssen sich die dezentralen Teilnehmer:innen auf ein anderes Verfahren einigen, dass die Legitimität der Transaktionen sicherstellt und nachvollziehbar macht. Um diese Einigung zwischen den Peers zu erzielen und gleichzeitig das Gesamtnetzwerk gegen Angriffe abzusichern (was sonst ein zentraler Intermediär tut), werden verschiedene Arten von Konsens-Mechanismen eingesetzt – sogenannte *Proofs*. Der bekannteste unter ihnen ist *Proof of Work* (PoW), der unter anderem von Bitcoin, Monero, Ethereum und vielen anderen Kryptowährungen verwendet wird. Um Transaktionen zu validieren und der Blockchain hinzuzufügen, stehen sogenannte *Miner* (vom englischen *Schürfen*) miteinander im Wettbewerb um eine Belohnung. Dafür müssen sie versuchen, als erstes ein kryptografisches Zufallsrätsel zu lösen, wofür großer Rechenaufwand und damit

12 FDP, 2018, Antrag: Zukunftsähnige Rahmenbedingungen für die Distributed-Ledger-Technologie im Finanzmarkt schaffen, Bundestag, <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/042/1904217.pdf>.

13 Blockchainhub, Blockchains & Distributed Ledger Technologies, <https://blockchainhub.net/blockchains-and-distributed-ledger-technologies-in-general/>.

Energieverbrauch verbunden ist. Bei diesem Mechanismus wird der hohe Energieaufwand als ökonomische Hürde für die Manipulation von Daten innerhalb der Blockchain verwendet.

Neben Proof of Work gibt es darüber hinaus zahlreiche Alternativen wie *Proof of Stake* oder *Proof of Authority*, die deutlich weniger Energieverbrauch aufweisen. Hier werden andere ökonomische Anreize und Hürden gegen die Manipulation gesetzt. Bei Proof of Stake zum Beispiel muss zum Validieren von Transaktionen eine Kautions hinterlegt werden, die bei Fehlverhalten einbehalten wird. Jede dieser unterschiedlichen Formen von Konsens-Mechanismen hat Vor- und Nachteile, die je nach Einsatzzweck einer Blockchain-Lösung bewertet werden sollten.

dApps

Unter *dApps* versteht man dezentrale Anwendungen (*distributed Applications*). Für Nutzer:innen sind solche dApps zunächst nicht von klassischen digitalen Anwendungen wie Facebook oder Uber zu unterscheiden. Der Unterschied zu einer klassischen Anwendung als App oder Website besteht darin, dass im Hintergrund über einen Smart Contract auf eine Blockchain zugegriffen wird, anstatt auf eine zentrale Datenbankstruktur. dApps sind also vereinfacht ausgedrückt eine Benutzer:innenoberfläche für Smart Contracts, die auf einer Blockchain basieren. Durch die Oberfläche werden die Funktionalitäten von Smart Contracts allgemein zugänglich. dApps und Blockchain werden in der medialen Berichterstattung oft fälschlicherweise synonym verwendet. Es sollte aber differenziert werden zwischen der Entwicklung neuer Blockchain-Lösungen und den Anwendungen, die auf eine Blockchain-Infrastruktur aufbauen.

ICOs

Im noch jungen Bereich der dApps werden zur Finanzierung häufig sogenannte ICOs (*Initial Coin Offerings*) genutzt. Der Begriff orientiert sich am englischen IPO (*Initial Public Offering*), also einem Börsengang, durch den Kapital eingeworben werden soll. Statt Aktien werden hier über einen Smart Contract auf einer Blockchain sogenannte *Tokens* (eine Art digitale Wertmarke) an die Investor:innen verteilt, die zum Beispiel den Anspruch auf mögliche spätere Gewinne, oder die Berechtigung zur Nutzung der dApp darstellen.

Blockchain kann also sowohl als Infrastruktur, aber auch als Anwendungsebene verstanden werden. Insbesondere die Infrastrukturebene wird eine zunehmende Rolle im digitalen Raum spielen, die ähnlich wie das Internet für die meisten Nutzer:innen zunächst “unsichtbar” bleibt.

Potenziale und Visionen

Beflügelt durch etliche Studien, Veranstaltungen und einen großen medialen Hype werden der Blockchain-Technologie diverse Nutzenversprechen, die Transformation oder gar Disruption ganzer Branchen zugesprochen, die wir im Folgenden beleuchten wollen.

Eines dieser Nutzenversprechen ist es, die Unzulänglichkeiten der technischen Protokolle, auf denen das Internet basiert, zu korrigieren, bzw. zu verbessern. Die Grundsätze der Technologie (Dezentralisierung, Open Source, Verschlüsselung) können ein Gegengewicht zur Zentralisierung des heutigen Internets bilden. Häufig wird sogar vom Ende des so genannten Plattformkapitalismus und dessen Zentralisierung von Daten gesprochen.

Große Datenskandale wie zwischen Facebook und Cambridge Analytica oder bei Uber und Equifax werden dabei als Belege dafür angeführt, dass dem Internet ein sicheres Protokoll für das Management von Identitäten und persönlichen Daten fehlt.¹⁴ Dieses **Identitätsmanagement** könnte nun Blockchain bieten, da die Technologie es ermöglicht, das unberechtigte Kopieren von digitalen Daten wie Identitäten auf einer Protokollebene zu unterbinden (wie oben als double spending beschrieben).¹⁵ Man spricht hier von der digitalen selbst-souveränen Identität, also einer Identität im digitalen Raum, bei der jede:r selbst bestimmen kann, welcher Akteur Zugriff auf welche Attribute der eigenen Identität bekommen soll. Die Technologie garantiert dabei, dass die Daten wirklich nur für den vereinbarten Zweck verwendet werden können und nicht ohne Zustimmung der betroffenen Person weitergegeben oder vervielfältigt werden können.

Eng mit der Souveränität digitaler Daten wie Identitäten verknüpft, ist ein weiteres Nutzenversprechen der Blockchain-Technologie: **Datensicherheit**. Da bei einer Blockchain die gespeicherten Informationen (wie z. B. Transaktionen) aufeinander aufbauen und fortlaufend kryptografisch miteinander verknüpft werden, ist es nahezu unmöglich, Daten unbemerkt zu manipulieren. Die Daten werden außerdem nicht nur in einer Cloud oder auf einem Server gespeichert. Es befinden sich identische Kopien des Datensatzes auf den an einer Blockchain beteiligten Rechnern, der daher extrem ausfallsicher gespeichert ist. In Blockchain-basierten Systemen gibt es entsprechend keinen *Single Point of Failure*, also einen zentralen Punkt, bei dessen Angriff oder Ausfall das Gesamtsystem gefährdet wäre, weshalb solchen Systemen eine hohe **Resilienz** zugesprochen wird.

Smart Contracts ermöglichen außerdem eine neue Qualität bei der **Automatisierung** von Prozessen. Sie bieten unter anderem den Vorteil, dass Abläufe immer exakt so ausgeführt werden, wie es im Programmablauf des Smart Contracts vorgesehen ist. Es gibt keine Abweichungen oder falsche Interpretationen mehr, was die **Vertragssicherheit** enorm erhöhen kann. Solche Prozesse, Vorgänge und Transaktionen werden auf einer Blockchain außerdem vollkommen **transparent** (für die Teilnehmenden) abgelegt, was insbesondere im Bereich der (corporate) Compliance und öffentlichen Verwaltung als ein großer Vorteil gewertet wird.

Ein weiteres Nutzenversprechen von Blockchain-Vertreter:innen sind **Effizienzgewinne** durch **Disintermediation**. Gemeint ist hier, dass Intermediäre, also zentrale Akteure, die Prozesse managen, zunehmend durch dezentrale Strukturen ersetzt werden können. Dadurch können Ineffizienzen, die bei der Interaktion von Intermediären in komplexen Prozessen entstehen, abgebaut werden. Insgesamt wird der Technologie die Fähigkeit zugesprochen, Transaktionskosten zu senken, was häufig als Treiber für Innovation und neue Geschäftsmodelle fungieren kann.

14 Zu Facebook/Cambridge Analytica Skandal siehe: I. Dachwitz et al., 2018, FAQ: Was wir über den Skandal um Facebook und Cambridge Analytica, Netzpolitik, <https://netzpolitik.org/2018/cambridge-analytica-was-wir-ueber-das-groesste-datenleck-in-der-geschichte-von-facebook-wissen/>.

Zu Uber-Hack siehe: M. Franz, 2017, Uber Datendiebstahl im großen Stil vertuscht, Heise, <https://www.heise.de/autos/artikel/Uber-Daten-Diebstahl-im-grossen-Stil-vertuscht-3897181.html>.

Zu Equifax-Hack siehe: D. Schirrmacher, 2017, Equifax-Hack-Angreifer-ueber-Apache-Struts-Luecke-eingestiegen, Heise, <https://www.heise.de/security/meldung/Equifax-Hack-Angreifer-ueber-Apache-Struts-Luecke-eingestiegen-3831905.html>.

15 Mit digitalen Identitäten beschäftigen sich u.a. folgende Blockchain-Organisationen: <https://www.uport.me>, <https://www.evernym.com>.

Darüber hinaus wird Blockchain häufig auch als entscheidende **Enabler-Technologie** dargestellt, durch die andere Bereiche wie Additive Manufacturing (3D Druck), das Internet of Things (IoT) oder Künstliche Intelligenz (KI) erst ihr volles Potenzial entfalten können. So könnten zum Beispiel die Datensätze, die für das Training von Algorithmen notwendig sind, einfacher auf Marktplätzen zugänglich gemacht werden als bisher.¹⁶ Datenmissbrauch kann auf Protokollebene ausgeschlossen und Verwendungszwecke eingegrenzt werden. Für das IoT könnte eine Blockchain das notwendige Rechte- und Zugriffsmanagement darstellen, das für automatisierte Transaktionen von einer Maschine zu einer anderen notwendig ist.

Es gibt sogar erste Überlegungen dazu, wie die algorithmische Entscheidungs- und Konsensfindung von Blockchains für eine tatsächliche **adaptive Regulierung** bzw. politische Prozesse angewandt werden könnte.¹⁷

Fest steht: Auf die ein oder andere Art und Weise wird Blockchain unser globales **Transaktionssystem nachhaltig beeinflussen**. Auch wenn konkrete Projekte wie Bitcoin sich nicht langfristig durchsetzen, werden sich doch Elemente von Kryptowährungen und Blockchain z. B. in Zahlungssystemen unseres täglichen Lebens wiederfinden. Ob diese Technologien dann vollkommen dezentral organisiert sind oder im Hintergrund von den alten Playern angewendet werden, ist in vielen Bereichen noch weitgehend offen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die großen Visionen, die den Blockchain-Hype begleiten, aktuell zumeist noch theoretischer Natur sind und sich erst durch konkrete Anwendungen in der Breite beweisen müssen. Doch selbst wenn die kurzfristigen Resultate hinter dem Hype zurückbleiben, hat die Technologie in vielen Bereichen schon heute zu einem Innovationsschub geführt. Die Grundsätze von Dezentralisierung und Vertrauen in Protokolle werden unseren Umgang mit digitalen Infrastrukturen in allen Branchen unbemerkt beeinflussen und verändern – auch wenn Blockchain als Begriff schon in wenigen Jahren medial ebensowenig diskutiert wird wie die technischen Protokolle, die dem Internet zu Grunde liegen.

16 Siehe hierzu das “Ocean Protocol”: <https://oceanprotocol.com/>.

17 S. Junestrond, 2018, A blockchain-based governance model for public services in smart cities, Open Access Government, <https://www.openaccessgovernment.org/a-blockchain-based-governance-model/52928/>.

Blockchain-Standort Deutschland

In den letzten Jahrzehnten spielte der Standort Deutschland bei technologischen und insbesondere digitalen Innovationen eine eher untergeordnete Rolle. Hier hatte insbesondere das Silicon Valley einen großen Vorsprung was beispielsweise Talentförderung, Forschung, die Verfügbarkeit von Risikokapital, oder die Anzahl von bedeutenden Gründungen anging.

Beim Thema Blockchain stellt sich die Situation grundlegend anders dar. Deutschland und insbesondere Berlin ist als weltweiter Hot Spot für die noch junge Technologie bekannt.¹⁸

120 Blockchain-Startups in Deutschland

Anzahl der Blockchain-Startups mit Hauptquartier in Deutschland (Stand: April 2018)

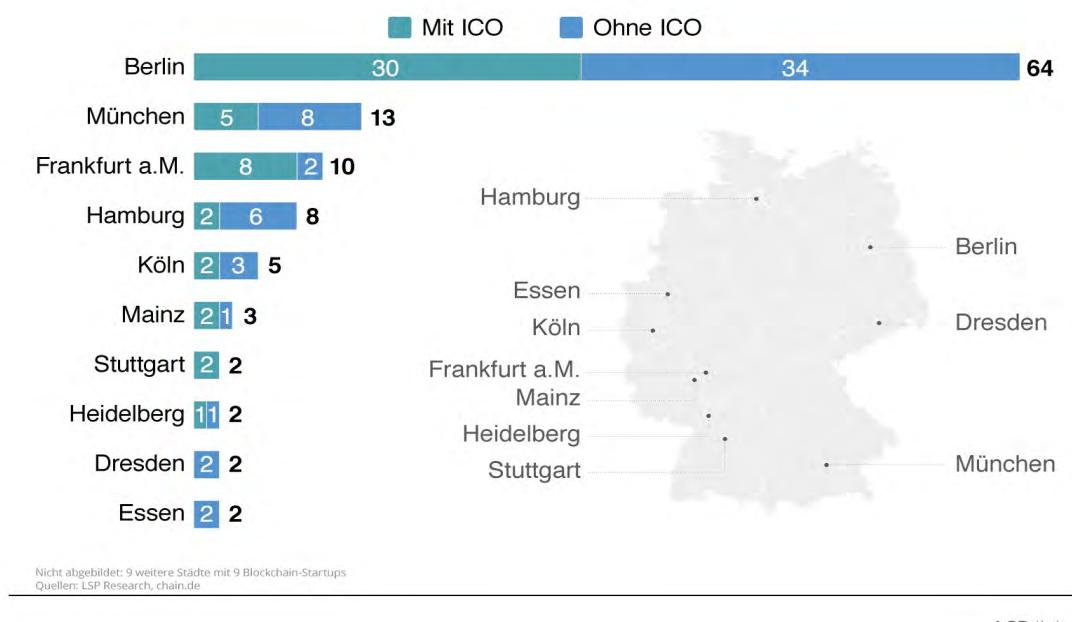


Abb. 2: Verteilung von Blockchain Startups in Deutschland¹⁹

Große Teile der Entwickler:innen-Community befinden sich in Deutschland, die aktiv daran arbeiten, die Infrastruktur weiterzuentwickeln und Anwendungen dafür zu schaffen. Nennenswerte Hubs sind etwa Frankfurt am Main als Zentrum der deutschen Finanzindustrie und München mit seiner leistungsfähigen Industrie. Allerdings sind in Berlin allein etwa doppelt so viele Blockchain-Startups

18 Berlin wird unter Anderem hier als beliebtes Zentrum von Blockchain-Entwickler:innen genannt:

M. Kasanmascheff, 2018, Joseph Lubin Names Berlin as The Most Important City in The ‘Blockchain Cosmos’, Cointelegraph, <https://cointelegraph.com/news/joseph-lubin-names-berlin-as-the-most-important-city-in-the-blockchain-cosmos>.

S. Bajjuri, 2018, Berlin Blockchain Guide - An intro into the thriving Berlin crypto ecosystem, Medium, <https://medium.com/innogy-innovation-hub/berlin-blockchain-guide-2ea1cda1367e>.

Liste von Blockchain-Organisationen in Berlin: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1eGr04O1C8I-3B1zWhoHafWkVR1cZfvFfBdAOc23qg/edit#gid=1749283122>.

19 <https://de.statista.com/infografik/13718/blockchain-startups-in-deutschland/>.

zu finden, wie im Rest der Republik zusammen, was die Stadt zu einem internationalen Blockchain-Schwerpunkt macht.

Die Besonderheit in Berlin: Hier sind Unternehmen angesiedelt, die die Kerninfrastruktur schaffen, auf die andere Teams weltweit aufbauen. Dazu zählen unter anderem die Web3 Foundation, die Energy Web Foundation, die IOTA Foundation, oder die Blockchain-Entwicklungsplattform Lisk, die in Berlin ein florierendes Ökosystem aufgebaut haben. Besonderen Stellenwert hat allerdings die Ethereum Foundation, da die Ethereum Blockchain sich bei großen Teilen der Community als Quasi-Standard etabliert hat. Die wenigsten der oben genannten Unternehmen sind rechtlich in Deutschland registriert, sondern vermehrt im Schweizer Kanton Zug, das für seine Blockchain-freundliche Regulierung bekannt ist. Doch für die Community zählt nicht die formale (Briefkasten-) Adresse, sondern, wo sich die entscheidenden Personen aufhalten - und das ist Berlin. Sie bilden die infrastrukturelle Basis für die weitere Verbreitung von Blockchain. In Kombination mit den im Verhältnis zu anderen Technologiemetropolen günstigen Lebenshaltungskosten und breitem multikulturellen Angebot ziehen sie weitere Startups und Unternehmensinitiativen an, die das Ökosystem ergänzen. Dies stellt eine einmalige Chance für den Wirtschaftsstandort Deutschland dar und sollte von politischen Entscheidungsträger:innen durch entschlossene Förderung entsprechend wertgeschätzt werden. Denn dieser Zustand ist fragil. Auch Projekte außerhalb Deutschlands wie z. B. Cardano²⁰ schicken sich an mit technologischen Innovationen neuer Standard für Blockchain-Anwendungen zu werden und insbesondere in den USA ist der akademische Bereich mehr und mehr Taktgeber.²¹ Deutschland darf den aktuellen Vorsprung nicht verspielen.

Anwendung am Beispiel der Energiewirtschaft

Blockchain ist eine *general purpose technology*, also eine Technologie, die – ähnlich wie Künstliche Intelligenz – in einer Vielzahl von Branchen zum Einsatz kommen kann. Entsprechend mannigfaltig sind die möglichen Anwendungsbereiche der Technologie und als solche sind ihre Entwicklung und ihre möglichen Auswirkungen von großem gesellschaftlichem Interesse.

Grundsätzlich bieten sich Anwendungsbereiche an, in denen Transaktionen eine übergeordnete Rolle spielen. Mit der Kryptowährung Bitcoin als erster Anwendung der Technologie liegt es daher auf der Hand, dass Blockchain bisher insbesondere die Finanzwirtschaft beeinflusst hat. Die große Vision, das klassische Finanzsystem, mit seinen von Nationalstaaten und Zentralbanken gesicherten Währungen, komplett durch dezentrale zensurfreie Kryptowährungen abzulösen, ist bisher noch nicht eingetreten. Allerdings haben sich Effizienzgewinne durch Industrie-Konsortien und neue Geschäftsmodelle bemerkbar gemacht.²²

Natürlich unterscheiden sich die Potenziale der Technologie auch geografisch. Während in

20 Cardano ist eine weitere Blockchain und Smart Contract Plattform, auf deren Basis dApps und Blockchain Anwendungen entwickelt werden können: <https://www.cardano.org/en/what-is-cardano/>.

21 Coinbase, 2018, The rise of crypto in higher education, <https://blog.coinbase.com/the-rise-of-crypto-in-higher-education-81b648c2466f>.

22 Siehe hierzu u. A. das Unternehmen Ripple: <https://ripple.com/company/>, oder das Bankenkonsortium R3: <https://www.r3.com/>.

Entwicklungsländern vor allem der initiale Zugang zum Finanzwesen und in politisch instabilen Regionen der Kampf gegen Korruption, Geldwäsche und Zensur im Vordergrund stehen, liegen die Potenziale im zentraleuropäischen Raum eher im Bereich der Prozessoptimierung, Datensouveränität und neuer Geschäftsmodelle.

In den letzten Jahren hat sich neben dem Finanzsektor aber eine weitere Branche herauskristallisiert, in der enorme Potenziale für die Technologie gesehen werden: Die Energiewirtschaft. Diese wird seit geraumer Zeit weltweit immer kleinteiliger, dezentraler und digitaler, was nach einer größeren Koordination verlangt. Diese Koordination findet über unzählige Märkte, Mechanismen und Prozesse statt, die alle als eine Form von Transaktion verstanden werden können. Eine Technologie, die Transaktionen revolutioniert, drängt sich im Energiebereich daher förmlich auf. Eine aktuelle Übersicht zeigt eine stark wachsende Zahl an Neugründungen in diesem Bereich.²³ Außerdem hat sich mittlerweile die überwältigende Mehrheit der Entscheidungsträger:innen in der Energiebranche mit dem Thema beschäftigt. Etliche klassische Akteure wie Energieversorger, Netzbetreiber, oder Projektierer haben Blockchain-Projekte gestartet, beobachten die Entwicklung und gehen Partnerschaften mit Startups aus dem Bereich ein. Anhand möglicher Anwendungsbereiche im Energiesektor soll im Folgenden gezeigt werden, welche weitreichenden Potentiale die Blockchain-Technologie birgt.²⁴

Assetmanagement

Unser Energiesystem ist stark von physischen Anlagewerten (Assets) geprägt. Insbesondere in den verschiedenen Leitungsnetzen für Strom und Gas stellen die Assets einen großen Teil der Kostenstruktur dar. Deren Zustand muss präzise erfasst werden. Ausbau, Instandhaltungen und Kapazitäten müssen überwacht werden. Die dafür anfallenden Kosten inklusive der Vergütungen für die Netzbetreiber werden letztlich durch Netzentgelte auf die Verbraucher:innen umgelegt. Dieses hochkomplexe Wälzungssystem steht zuweilen wegen hoher Intransparenz in der Kritik.²⁵ Eine durch Blockchain automatisierte und manipulationssichere Erfassung der Kosten direkt an den technischen Betriebsmitteln, wie Transformatoren oder Kuppelstellen, könnte diese Transparenz deutlich erhöhen und gleichzeitig für eine durchgehende Compliance sorgen. Auf dieser Basis können die individuellen Abschreibungen für das Anlagevermögen sowie weitere Kosten der Netzbetreiber ermittelt und differenzierte, nachvollziehbare Netzentgelte direkt berechnet werden.

Im operativen Betrieb solcher kritischen Infrastrukturen kommt außerdem ein empfindliches Rechte- und Zugriffsmanagement hinzu. Welche Instanz darf zum Beispiel eine Netzkuppelstelle steuern und welche nicht? Verwaltet wird das über proprietäre IT-Systeme von zum Beispiel Netzbetreibern, die in einer zunehmend digitalen Welt oft einen sogenannten Single Point of Failure darstellen, also ein bevorzugtes Angriffsziel böswilliger Akteure.

23 Solarplaza, 2017, Comprehensive Guide of Companies involved in Blockchain & Energy, <https://www.solarplaza.com/channels/future-grid/11751/report-comprehensive-guide-companies-involved-blockchain-energy/>.

24 Die gewählten Anwendungsbereiche orientieren sich an einer aktuellen Studie der dena, die gemeinsam mit Industrieunternehmen "Use Cases" für die Technologie identifiziert: https://www.dena.de/newsroom/meldungen/2018/blockchain-studie-der-dena-anwendungsgruppen-stehen-fest/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=dena_news.

25 ZDF Sendung Frontal 21, 2018, Geheime Netzentgelte -Wie Stromriesen kräftig abkassieren, <https://www.zdf.de/politik/ frontal-21/geheime-netzentgelte-100.html>.

Blockchain könnte es ermöglichen, solche Zugriffsrechte auf einer auditier- und nachvollziehbaren Protokollebene zu organisieren, die kryptografisch gesichert und dezentral keinen solchen Angriffspunkt mehr darstellt.

Handel

Ein weiterer Bereich der Energiewirtschaft, in dem Blockchain als großer Treiber für Innovation auftritt ist der Handel. Dieser Handel mit teilweise sehr differenzierten Produkten (nach Handelsvolumen oder Lieferzeitpunkt) findet im Energiebereich auf verschiedenen Märkten wie Energiebörsen oder Over the Counter (OTC) statt. Die Konstellation dieser Märkte ist historisch aus der Marktliberalisierung Ende der 1990er Jahre gewachsen und wird durch technologische Treiber wie Blockchain deutlich verändern. Sie führen häufig zu sinkenden Transaktionskosten und damit zu sinkenden Markteintrittsbarrieren. Dies hat eine steigende Liquidität und eine weitere Ausdifferenzierung der Märkte und der auf ihnen gehandelten Produkte zur Folge.²⁶ Viel deutet zum Beispiel darauf hin, dass vermehrt Peer-to-Peer Märkte – etwa zwischen Nachbar:innen – aufkommen werden, die Großhandelsmärkten vorgelagert sind. Durch Blockchain können Energie(dienstleistungen) ohne einen Broker oder zentrale Instanz ausgetauscht werden. Neben Verschiebungen zwischen den Märkten können durch sinkende Transaktionskosten auch Akteure wie Prosumer:innen aktiv eingebunden werden, für die die Markteintrittsbarrieren bisher zu hoch waren. Findet der Handel (in einzelnen Märkten) über ein offenes Protokoll statt, können solche Akteure in Zukunft auf vielfältige Art und Weise an der Wertschöpfung im Energiesystem partizipieren. Durch die Unveränderbarkeit der Aufzeichnungen in einer Blockchain kann außerdem die verursachergerechte Zuordnung von Kosten erleichtert werden, da Fahrpläne, die in einem offenen Protokoll gespeichert werden, automatisiert mit der gemessenen Realität abgeglichen werden können.

Marktkommunikation

Unser komplexes Energiesystem wird durch unzählige Prozesse, die unsichtbar im Hintergrund ablaufen, organisiert. Hierzu zählt das Anfordern von Ausgleichsenergie, die Netzbetreiber bei einer Fahrplanabweichung brauchen, ebenso wie der Wechsel des Stromanbieters oder das Bilanzkreismanagement. Diese Prozesse dienen dazu, das (im Stromsystem) mit Lichtgeschwindigkeit ablaufende Geschehen wirtschaftlich abbildbar zu machen und sind damit oftmals Workarounds in Ermangelung besserer technischer Möglichkeiten. Viele dieser Prozesse wurden seit ihrer Einführung im Rahmen der Marktliberalisierung 1998 kaum verändert. So stammt zum Beispiel der weit verbreitete Kommunikationsstandard *EDIFACT* noch aus den 1980er Jahren. Blockchain bietet die Möglichkeit, die Ineffizienzen dieser teilweise schlecht gealterten Prozesse zu beheben.

Marktprozesse sind ein Bereich, in dem die Potentiale von Blockchain bisher noch stark unterschätzt werden. Geschäftsmodelle und -abläufe hängen in der Energiewirtschaft von interoperablen und schnellen Prozessen im Hintergrund ab. So setzen zum Beispiel Peer-to-Peer Handelsmodelle, bei denen der Strom je nach Verfügbarkeit von verschiedenen Nachbarn bezogen wird, die

26 F. Reetz, 2017, Welche Chancen ein digitales Energiemarkt-Design bietet, <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/welche-chancen-ein-digitales-energie-marktdesign-bietet>.

Möglichkeit des schnellen und sicheren Wechsels des Energielieferanten voraus. Der Ablauf des Stromanbieterwechsels ist festgeschrieben. Neben dem neuen Netzbetreiber ist daran auch der alte und neue Lieferant beteiligt. Im aktuellen Standard dauert der Wechsel mehrere Wochen, da hier zahlreiche proprietäre IT-Systeme miteinander im Austausch stehen.²⁷ Wenn es gelänge, solch einen Prozess auf eine gemeinsam genutzte Protokoll-Infrastruktur mit kryptografisch gesichertem Rechtemanagement zu übertragen, könnten solche Lieferantenwechsel stattdessen in Sekundenschnelle stattfinden.

Datenmanagement

Die Verwaltung von verschiedenen Datensätzen ist in der Energiewirtschaft ein sensibles Thema. So äußern zum Beispiel Datenschützer:innen berechtigte Bedenken bezüglich der hochaufgelösten Erfassung von Verbrauchsdaten aus Smart Metern, da bei einem Missbrauch der Daten (etwa bei Datendiebstahl) Rückschlüsse auf Lebensgewohnheiten oder die Anwesenheit der Nutzer:innen gezogen werden könnten.

Aber auch Datensätze wie aus dem Handel oder dem Netz sind hochsensibel, denn ihre Manipulation könnte gravierende Auswirkungen auf kritische Infrastruktur haben, die von illegalen Profiten bis hin zum Blackout reichen.

Beide Problembereiche – Datenschutz und Kompromittierung – können durch Blockchain adressiert werden. Persönliche Daten von Verbraucher:innen könnten zum Beispiel mit einem Smart Contract versehen werden, der den ausschließlichen Gebrauch der Daten für die Optimierung des Netzes garantiert, während eine Zweckentfremdung technisch unmöglich gemacht wird. Hier ist zwar eine längere Phase der Umgewöhnung nötig, doch die Technologie hat in solchen Fällen das Potenzial, das Vertrauen in digitale Anwendungen wieder deutlich zu stärken.

Ein weiteres prominentes Beispiel sind Grünstromzertifikate, die heute zum Teil in der Kritik stehen, weils sie unzeitgemäß implementiert und anfällig für Manipulation sind. Blockchain-basierte Zertifikate oder ein Fingerabdruck für die produzierte Kilowattstunde können den akteursübergreifenden und sicheren Handel mit solchen Zertifikaten gewährleisten.

Tokenisierung und Finanzierungsmodelle

Eine zentrale Aufgabe der Energiewirtschaft ist es die Refinanzierung von Investitionen in neue Erzeugungskapazität zu sichern. Im Bereich der Erneuerbaren Energien wurden hierfür Subventionen in Form einer Einspeisevergütung nach dem EEG verwendet. Diese Subventionierung endet für jede Anlage nach 20 Jahren. Immer mehr Windräder und Solaranlagen werden daher sukzessive aus der Förderung fallen und müssen dann ihre laufenden Betriebskosten ohne Subventionen decken. Andernfalls würden sie außer Betrieb genommen werden und dem Stromsystem fehlen. Doch auch für neue Anlagen ist ein Ende der Einspeisevergütung in Sicht. Seit geraumer Zeit diskutiert die Politik die Abschaffung bzw. das Auslaufen des EEG.

²⁷ BDEW, 2018, Stellungnahme zu den Geschäftsprozessen zur Kundenbelieferung mit Elektrizität - GPKE, https://www.bdew.de/media/documents/Stn_20180718_GPKE.pdf

Es werden also neue Finanzierungsmodelle benötigt, die sich flexibel an die sich verändernden Rahmenbedingungen anpassen können und trotzdem eine ausreichende finanzielle Planungssicherheit bieten.

Die Blockchain-Technologie ermöglicht es, physisches Anlagevermögen – wie eben Windanlagen oder Solarmodule – in flexible, digitale Einheiten zu verbreiten. Diese Einheiten, die man als “digitalen Wertmarken” verstehen kann, nennt man Tokens. Zum Beispiel kann das Eigentum an einem Windrad durch Tokens auf einer Blockchain dargestellt werden. Diese Tokens sind durch die Blockchain-Infrastruktur flexibel handelbar. Dadurch werden völlig neue Beteiligungsstrukturen ermöglicht und die Liquidität bei der Finanzierung solcher Anlagen wird erhöht.

Aber auch so genannte *Power Purchase Agreements* (PPAs) könnten über Blockchain automatisiert werden. Hierbei handelt es sich um langfristige, bilaterale Energielieferverträge, die bisher hauptsächlich durch Großfirmen abgeschlossen werden, da sie kaum standardisiert sind und damit einen hohen Verwaltungsaufwand mit sich bringen. Durch die Blockchain-Infrastruktur kann Geld eingespart werden, zum Beispiel, weil die Kosten für eine Clearingstelle entfallen. Dadurch kann dieses Finanzierungsinstrument vielen weiteren Akteuren zugänglich gemacht werden.

Außerdem kann die Ausgabe solcher Tokens an verschiedene Parameter, wie ein bestimmtes Verhalten, geknüpft werden, wodurch gezielt monetäre Anreize gesetzt werden können. Durch das Design solcher Tokens kann daher auf die spezifischen Bedarfe an verschiedenen Märkten reagiert werden (z.B. Liquidität im Markt erhöhen). Da Tokens auf den oben beschriebenen Smart Contracts basieren, ist auch hier ein hoher Automatisierungsgrad möglich. Zukünftig können damit Portfolios aus Verbrauchern, Erzeugern und Speichern aufgebaut werden, die an verschiedenen Energiemarkten (z.B. für Redispatch, Blindleistung, oder Flexibilität) Tokens erwirtschaften.

Klimaschutz

Auch in an die Energiewirtschaft angrenzenden Bereichen, wie Umwelt- und Klimaschutz wird die Technologie immer präsenter. Die UN zum Beispiel will Blockchain nutzen, um die Sustainable Development Goals (SDGs) zu überwachen und deren Einhaltung durchzusetzen.²⁸

Auch hier zeigen sich die vielfältigen Möglichkeiten um Blockchain einzusetzen. Dennoch ist es wichtig zu betonen, dass Blockchain keineswegs sämtliche Probleme der Energiewirtschaft oder gar der Welt lösen kann. Die Technologie erweitert vielmehr das Möglichkeitspektrum Fragestellungen kreativ zu lösen. Für viele Entscheidungsträger:innen aus der Energiewirtschaft liegt das Thema Blockchain weit außerhalb ihres Kerngeschäfts und Expertise. Um ihnen dabei Orientierung zu geben, kursieren diverse Leitfäden dazu, wo Blockchain-Lösungen Sinn ergeben und wo nicht. Deren Zweck leuchtet zwar zunächst ein, jedoch unterschlagen solche Darstellungen meistens einen entscheidenden Punkt: An manchen Stellen sind nicht nur mess- und determinierbare technische Faktoren entscheidend, sondern insbesondere auch die Bereitschaft zur Veränderung, die zuweilen erst durch einen Hype wie Blockchain ausgelöst wird. Ein Beispiel: Der Energiehandel zwischen Nachbar:innen (sogenanntes Peer-to-Peer Energy Trading) wurde bis zum Aufkommen der

²⁸ UNDP, 2018, Blockchain research to support Sustainable Development Goals, <http://www.eurasia.undp.org/content/rbec/en/home/presscenter/pressreleases/2018/blockchain-research-to-support-sustainable-development-goals.html>.

Blockchain-Technologie zumeist als nutzlos abgetan. Seitdem genau dies aber als ein prädestinierter Anwendungsfall für die Technologie identifiziert wurde, wurden etliche Projekte dazu gestartet, obwohl dafür von technischer Seite keine Blockchain notwendig wäre. Dadurch wurden aber auch die Potenziale des Nachbarschaftshandels als Teilhabemöglichkeit für Prosumer:innen und deren aktive Systemintegration erkannt. Die Technologie wirkt also auch über ihre klaren Anwendungsfälle hinaus als Innovationstreiber in anderen Bereichen.

Hemmnisse und Risiken

Obwohl die Technologie enorme Potenziale birgt und sich einer wachsenden Bekanntheit erfreut, gibt es doch diverse Probleme zu bewältigen und Risiken einzudämmen, um all die Versprechen einzulösen, die den aktuellen Hype anfeuern.

Zwischen verschiedenen Stakeholder-Gruppen unterscheidet sich das Verständnis von Blockchain immens. Zwar ist das grundsätzliche Verständnis für die Funktionsweise der Technologie mittlerweile schon weit verbreitet, jedoch gelingt es einigen nicht, das volle Spektrum der Möglichkeiten, der transformativen Potenziale und Anwendungsfälle zu erfassen. Woran das liegt und welche weiteren Hürden Blockchain noch nehmen muss, haben wir gemeinsam mit diversen Expert:innen in einem interaktiven Workshop erarbeitet. Die Ergebnisse – eine qualitative Momentaufnahme – haben wir im Folgenden umrissen.

Regulierung und Rechtsprechung

Der Bereich Rechtsprechung und Regulierung wurde im Workshop als offensichtliche Hürde für die massenhafte Adaption der Technologie identifiziert. So stammt zum Beispiel die EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) noch aus einer Zeit, in der sich Datenschutz vor allem auf die Interaktion mit zentral organisierten Akteuren bezog.²⁹ Bei vollkommen dezentral organisierten (öffentlichen) Blockchains gestaltet sich der Datenaustausch jedoch grundlegend anders. So kollidiert das in der DSGVO festgehaltene “Recht auf Vergessenwerden” unmittelbar mit der Unveränderbarkeit von Inhalten als Kernelement von Blockchains. Auch gibt es keine zentrale Verwaltungsstelle gegenüber der solche Rechte geltend gemacht werden könnten. Zwar gibt es verschiedene technische Ideen, wie diesem Spannungsfeld begegnet werden kann, wie zum Beispiel durch Verschlüsselung der Daten und einen Nachweis über die Zerstörung des Schlüssels oder Anonymisierung vor dem Speichern. In aktuell geltenden Gesetzen sind solche Regelungen aber bisher nicht enthalten. Gleichwohl wird an unterschiedlichen Stellen (etwa dem EU Blockchain Observatory and Forum) mit Hochdruck an dem Thema gearbeitet.³⁰ Es ist auch möglich, dass diese Auseinandersetzung mit dezentralen Datenstrukturen den Impuls für eine Debatte zur Weiterentwicklung des Datenschutzes und der Datensouveränität gibt.

29 Bundesblock, 2018, Blockchain, data-protection, and the GDPR, <https://www.bundesblock.de/2018/05/25/bundesblock-releases-position-paper-on-gdpr-blockchain-and-data-protection/>.

30 EU Blockchain Observatory and Forum, 2018, Blockchain and the GDPR, https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/20181016_report_gdpr.pdf?width=1024&height=800&iframe=true.

Anders als stellenweise wahrgenommen, steht die Blockchain-Community einer klaren Regulierung bzw. Stellungnahme zu solchen Aspekten durchaus auch positiv gegenüber, da die gewonnene Rechtssicherheit als Planungssicherheit wahrgenommen wird. Hierzu ein Zitat aus dem Workshop: "Es muss klar sein, dass man nicht in zwei Jahren wegen einer heutigen Grauzone im Gefängnis landet." Der schweizer Kanton Zug ist das beste Beispiel dafür. Obwohl nur wenige Blockchain-Unternehmen tatsächlich dort zu finden sind, ist Zug gemeinhin als *Crypto-Valley* (in Anlehnung an das Silicon Valley) bekannt. Hier gibt es eine klare Rechtsgrundlage für Blockchain, weshalb zahlreiche Startups und Stiftungen hier formal gegründet wurden.

Hierbei spielt insbesondere die steuerliche Einordnung verschiedener Tokens, die zum Beispiel in ICOs ausgegeben werden, eine große Rolle. In Deutschland wird deren Einordnung heute nach Ermessen in Einzelfällen entschieden.³¹ Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass man nicht auf eine dauerhafte Fall-zu-Fall-Regulierung bauen darf, da diese komplex und intransparent wäre und hohe Unsicherheiten für Gründer:innen birgt.

Technologie

Neben regulatorischen Aspekten wurden auch technische Hürden identifiziert, die Blockchain noch nehmen muss, um Anwendung in der breiten Masse zu finden und die zahlreichen Nutzenversprechen einzulösen.

Die Skalierbarkeit und der Transaktionsdurchsatz werden vielfach als Hürden wahrgenommen, da diese insbesondere bei öffentlichen Blockchains noch nicht mit etablierten Lösungen wie Visa oder Paypal Schritt halten können. Allerdings adressiert die Blockchain-Community dieses Problem mit Nachdruck und nimmt es daher selbst kaum noch als *Deal Breaker* für die zukünftige Skalierung der Technologie wahr. Verschiedene Ansätze werden hier derzeit diskutiert. Neben dem Vergrößern der Blöcke (wodurch mehr Transaktionen in jeden Block passen) werden auch Lösungen entwickelt, die nicht mehr jede, sondern nur noch wichtige Transaktion auf einer Blockchain speichern und andernfalls sogenannte *Off-Chain* Technologien nutzen.

Aus einer klimapolitischen Perspektive stellt darüber hinaus der Proof of Work Konsens-Mechanismus ein gravierendes Problem dar. Der energieintensive Mechanismus ist integraler Teil vieler populärer Blockchains wie Bitcoin, Ethereum oder Monero. Mit Stromverbräuchen, die schon heute – bevor die Technologie sich in der Breite etabliert hat – das Niveau ganzer Länder erreichen, gefährdet Proof of Work die Pariser Klimaziele und erzeugt massive Externalitäten, die auf andere Stakeholdergruppen oder Branchen übertragen werden.

Alternative Konsens-Mechanismen zu Proof of Work stellen zwar einen wachsenden Forschungszweig innerhalb der Blockchain-Community dar. Die Forschung dazu wird aber weitgehend von IT-Spezialist:innen dominiert, die an konkreten Lösungen für ihre jeweiligen Unternehmungen arbeiten.

³¹ BaFin, 2018, Blockchain-Technologie – Gedanken zur Regulierung, https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/BaFinPerspektiven/2018/bp_18-1_Beitrag_Fusswinkel.html;jsessionid=248DF3F20BD7DE6C98536A8BCFC5C023.2_cid363.

Ein interdisziplinärer Austausch, der abseits von Partikularinteressen auch mögliche Externalitäten (wie bei PoW) und Auswirkungen auf andere Lebensbereiche beleuchtet, findet bisher noch nicht statt.³²

Zwar hat der akademische Bereich in den letzten Monaten stark aufgeholt und die technologische Lücke zur Entwickler:innen-Community verkleinert, bedeutsame Durchbrüche sind aber vor allem in den USA zu verzeichnen.³³ Die zahlreichen akademischen Initiativen in Deutschland konzentrieren sich hingegen noch stark auf die Vermittlung von Grundlagenwissen.³⁴ Deutschland droht bei der akademischen Exzellenz den Anschluss zu verlieren.

Kommunikation

Herausforderungen, das komplexe Sammelthema Blockchain zu vermitteln, hatten beim Workshop einen hohen Stellenwert. Blockchain, DLT, ICO, PoW, Governance und dApp – Hierbei müssen viele Begriffe, Interessen und Abstraktionsebenen auseinander gehalten werden. Die enorme Entwicklungsgeschwindigkeit kommt erschwerend hinzu. Sie erfordert einen hohen Zeitaufwand und Vorwissen, um auf dem neuesten Stand zu bleiben, was zuweilen nicht einmal Eingeweihten gelingt. Trotzdem wird Gestaltung und politische Kooperation gefordert.

In der Kommunikation zu Blockchain werden kaum Unterscheidungen gemacht zwischen den wichtigen Abstraktionsebenen “Blockchain als Infrastruktur” und “Blockchain als Geschäftsmodell bzw. Anwendung”. So kann etwa Ethereum als Infrastruktur betrachtet werden, während Conjoule – eine Plattform zum Energiehandel zwischen Nachbar:innen – eine Anwendung ist, die auf der Ethereum Blockchain aufgebaut wurde. In der öffentlichen Darstellung sind diese Ebenen oft nicht auseinanderzuhalten. Sie verlangen aber vollkommen unterschiedliche Gestaltung und Aufmerksamkeit. Die derzeitige Situation gleicht der des Internets in den 1980er Jahren. Auf der einen Seite möchten Gründer:innen das privatwirtschaftliche Blockchain-Pendant zu Internetsriesen wie Google oder Amazon erfinden, wobei dApps und ICOs im Vordergrund stehen – in Blockchain Kreisen die *Killer-Application* genannt. Auf der anderen Seite wird die Technologie mit den Wohlfahrtspotenzialen einer öffentlichen Infrastruktur beworben, auch wenn es eigentlich um privatwirtschaftliche Unternehmungen geht. Es sollte also unbedingt eine Unterscheidung zwischen diesen Ebenen vorgenommen werden und unterschiedliche Maßstäbe für Förderung, Regulierung und Gestaltung angesetzt werden.

Eine weitere kommunikative Hürde zeigte sich in der jeweiligen Innen- und Außenwahrnehmung der verschiedenen Akteursgruppen wie Politik/Verwaltung und Entwickler:innen-Community. Beiden Gruppen empfinden sich selbst als sehr offen anderen Stakeholdern gegenüber, nehmen die jeweils anderen aber als sehr verschlossen – als *Closed Shop* – wahr. Dies liegt unter Anderem an den vollkommen unterschiedlichen Arbeitsweisen, an unterschiedlichen Kommunikationskanälen und

32 Fabian Reetz, 2018, Energie- und klimapolitische Bewertung von Proof of Work Blockchains (unveröffentlicht).

33 Prominente Institutionen bei der Blockchain-Forschung in den USA: <https://blockchain.mit.edu/>, <https://blockchain.berkeley.edu/>, <https://cornellblockchain.org/>.

34 Einige Institutionen der Blockchain-Forschung in Deutschland: <https://www.frankfurt-school.de/home/research/centres/blockchain>, <https://www.fit.fraunhofer.de/de/fb/cscw/blockchain.html>, <http://blockchain.hs-mittweida.de/>.

verschiedenen Sprachen. Sowohl der Fakt, dass in der sehr internationalen Szene fast ausschließlich Englisch gesprochen wird, als auch die Vielzahl von domänenspezifischen Fachtermini stellen große Verständigungshürden dar. Dazu kommt, dass die Entwickler:innen-Community sich stellenweise über andere Stakeholdergruppe erhaben sieht, weil ihre dezentralen Projekte sich zumindest theoretisch einer Regulierung und möglicher Sanktionen entziehen.

Daran schließt sich ein weiterer Aspekt an: In der öffentlichen Wahrnehmung lasten der Technologie einige negative Aspekte an. Hierzu zählen zum Beispiel der hohe Energieverbrauch von Bitcoin, Betrügereien bei ICOs oder illegale Geschäfte im Dark Net. Zwar haben die Entwicklungen der aktuellen Blockchain-Generationen (zweite und dritte Generation) mit diesen Aspekten nur noch selten zu tun, doch in der öffentlichen Wahrnehmung besteht diese Verbindung nach wie vor. Wenn sich moderne Blockchain-Startups also öffentlich darstellen sollten sie zu diesen Problemen also klar Stellung nehmen.

Um die Technologie und ihre komplexen Facetten dennoch für eine breite (Fach-)Öffentlichkeit und politische Entscheidungsträger:innen zugänglich zu machen und um Orientierung zu schaffen, braucht es neutrale Akteure, die zwischen den verschiedenen Stakeholdergruppen Brücken bauen. Dafür ist sowohl ein hohes Maß an technologischem Verständnis notwendig, als auch die Fähigkeit die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Implikationen abzuschätzen. Unabhängige Expertise, die frei von Partikularinteressen ist, scheint derzeit noch schwer zu finden zu sein.

Werte und politische Motive

Ein essenzieller Aspekt im Zusammenhang mit Blockchain wird im aktuellen Diskurs kaum beleuchtet. Die in die zukünftige Infrastruktur eingebetteten Wertvorstellungen und politischen Motive der Entwickler:innen.

Damit verbunden sind unter Anderem die Fragen, welches Verhalten erwünscht ist und welches unerwünscht? Wie wird die (mögliche) Weiterentwicklung einer Blockchain gestaltet? Wie wird mit Fehlern oder Unstimmigkeiten umgegangen und wer darf schlussendlich über solche Fragen entscheiden? Innerhalb der Blockchain-Community laufen diese Fragen unter dem Begriff der Governance, was sich mit “lenken” oder “regieren” übersetzen lässt, zusammen. Governance wird aber nur von einer vergleichsweise kleinen Gruppe aktiv diskutiert: Den Entwickler:innen der Kerntechnologie, die vor allem aus Mathematiker:innen und Informatiker:innen besteht, denn für diesen Diskurs ist ein hohes Maß an Fachwissen notwendig. Gleichwohl ist insbesondere dieses Thema von breitem gesellschaftlichen Interesse, da spätere Nutzer:innen dieser Infrastrukturen auf die Entscheidungen und Prioritäten der Entwickler:innen vertrauen müssen.

Diese Entscheidungen spiegeln sich in einer Blockchain-Infrastruktur deutlicher wider, als in anderen digitalen Infrastrukturen, wie dem Internet, weil Blockchain für die Dezentralisierung stark auf Regeln und Anreizmechanismen setzt, die das Verhalten der Infrastruktturnutzer:innen steuern. Welches Verhalten also von wem als gut und schlecht eingestuft wird hat demnach einen gesellschaftlichen Stellenwert.

Es leuchtet schnell ein, dass eine Infrastruktur, die auf der festen Überzeugung aufgebaut wird, dass Institutionen jeglicher Art grundsätzlich zu misstrauen ist, anders gestaltet wird, als eine, die auf europäischen Grundwerten und dem Vertrauen in die Rechtsstaatlichkeit aufbaut.

Die Frage, welche Bedeutung solchen häufig beworbenen Eigenschaften wie Immutability (die Unveränderlichkeit der Einträge) oder Trustlessness (es muss niemandem Vertrauen entgegen gebracht werden) zugeordnet wird, wird von vielen Entwickler:innen überhaupt nicht gestellt. Sie gehen stattdessen davon aus, dass das eigene, in die Technologie implementierte Wertesystem, von allen übernommen wird und durch die Nutzung der Technologie allgemeingültig wird.

Dieser Anspruch zeigt sich besonders deutlich bei der Gruppe der *Bitcoin-Maximalists*. Sie bewerben Bitcoin als die einzige wahre Währung und weisen jede Kritik daran und jede technologische Alternative als Angriff auf die vermeintlichen Ideale der Bitcoin-Erfinder:in Satoshi Nakamoto vehement zurück. Sie vertreten die Meinung, dass das globale Bankwesen durchgehend dysfunktional und korrupt ist und vollständig durch Bitcoin abgelöst werden sollte. Neben offensichtlichen Schnittmengen zum oben beschriebenen Cypherpunk hat diese Gruppe bei näherer Betrachtung auch bedenkliche politische Nähe zu libertären Strömungen, rechten Gesinnungen und hegt starke



Antipathien gegenüber Umweltschützer:innen.

Abb. 3: Beiträge von Bitcoin-Maximalists auf der Social Media Plattform Twitter.³⁵

Das Beispiel der Bitcoin-Maximalists veranschaulicht, wie wichtig es ist, die Entwicklung von digitalen Infrastrukturen nicht arglos kleinen Akteursgruppen zu überlassen – auch wenn deren Intentionen zunächst vernünftig klingen. Die Abwägung möglicher Zielkonflikte und Spannungsverhältnisse bei der Infrastrukturentwicklung, wie zum Beispiel der Externalisierung von Kosten beim Proof of Work Mechanismus, können von solch kleinen Akteursgruppen nicht in dem notwendigen Maße reflektiert werden, wie ein breiter gesellschaftlicher Diskurs dies könnte.

Die in der Infrastruktur von Bitcoin enthaltenen Motive haben außerdem weitreichenden Einfluss auch auf andere Blockchains, die sich durch Kopieren des Open Source Codes von Bitcoin der gleichen technologischen Basis bedienen. Da der Bitcoin-Code als Ausgangspunkt häufig die erste Wahl für Entwickler:innen ist, pflanzen sich auch die darin enthaltenen Motive fort.

35 https://twitter.com/pierre_rochard/status/924712902363353088
https://twitter.com/francispouliot_/status/1034086681408954369

Nur eine Handvoll Menschen arbeitet daran. Hier werden Fakten geschaffen, die alle späteren Nutzer:innen betreffen. Klassische Machtstrukturen, die die Blockchain-Community eigentlich verurteilt – wie Banken und Regierungen – tauschen sie damit aber unbemerkt durch andere Strukturen aus, wenn sie nicht proaktiv auf einen breiten gesellschaftlichen Diskurs setzen, sondern Entscheidungen nur zwischen ihresgleichen treffen. Der Community fehlen also neben dem Verständnis aus der Politik auch Sparringspartner, die ihre Ideen und Ansichten aus einer Gemeinwohlperspektive bewerten und für andere Disziplinen zugänglich machen können. Einer exzellenten, interdisziplinären Forschung kommt daher eine große strategische Bedeutung zu. Auch Demokratietheoretiker:innen, Soziolog:innen, Ökonom:innen oder Philosoph:innen müssen hier stärker eingebunden werden, denn bisher verfolgen die meisten Akteure, die das notwendige Fachwissen für den Diskurs mitbringen, auch eine eigene Agenda.

Der Fakt, dass sich ein Großteil der Entwickler:innen-Szene der zweiten Technologiegeneration – insbesondere Ethereum – in Deutschland und vor allem in Berlin befindet, bekommt vor diesem Hintergrund noch eine viel bedeutendere Rolle. Würde die nächste Generation digitaler Infrastruktur beispielsweise aus den USA oder China kommen, die beide aufstrebende Blockchain-Länder sind, dann würde diese Infrastruktur womöglich das digital-darwinistische Mindset der USA oder jenes einer autokratischen chinesischen Regierung enthalten. Datenschutz, Gemeinwohlorientierung und demokratische Grundwerte könnten entsprechend zu kurz kommen.

Es ist nicht selbstverständlich, dass Blockchain-Infrastruktur für alle Zeit in Deutschland entwickelt wird. Schon jetzt zeichnet sich eine Diversifizierung ab und innerhalb kürzester Zeit können sich neue Quasi-Standards und Pfadabhängigkeiten entwickeln, die dann eventuell nicht in Deutschland oder Europa angesiedelt sind und sich damit dem Einfluss der europäischen Grundwerte entziehen. Infrastruktur-Entwicklung weiter nach Deutschland zu holen, sollte demnach höchste Priorität haben.

Handlungsempfehlungen

Die Entwicklung der Blockchain-Technologie lässt sich nicht aufhalten – eine kritische Masse an Expert:innen, Entwickler:innen und Investor:innen ist längst erreicht. Dies zeigt auch der aktuelle Hype um die Technologie. Doch Blockchain sollte nicht als Selbstzweck verstanden werden, sondern muss in den Dienst der Gesellschaft gestellt werden. Dafür muss sie gestaltet werden. Eine nationale Blockchain-Strategie kann ein zentraler Eckpfeiler dafür sein. Die hier beschriebenen Maßnahmen können erste Anregungen dafür bieten und basieren auf den Ergebnissen des intersektoralen Workshops, diversen Gesprächen und internationalen Best Practices.

Kommunikative Maßnahmen

Eine nationale Blockchain-Strategie sollte die großen Diskrepanzen in der Kommunikation

zwischen den verschiedenen Stakeholdergruppen adressieren. Dazu zählt insbesondere der **Kompetenzaufbau in politischen Gremien**, der das breite Einsatzspektrum von Blockchain als *General Purpose Technologie* widerspiegelt. Hierzu zählen unter anderem der Digitalrat, der IT-Rat des Bundes, die Digitalisierungsabteilung im Kanzleramt, oder die E-Government Agentur. Doch auch über die typischen Digitalgremien hinaus sollte eine Sensibilisierung für die Technologie im gesamten öffentlichen Apparat stattfinden.

Dafür eignen sich verschiedenste kommunikative Maßnahmen. Die Workshopgruppe hat hierfür beispielsweise Crashkurse für Vertreter:innen aus Politik und Verwaltung, einen Blockchain-Teil beim nationalen IT-Gipfel und eine Plattform für einen breit angelegten Stakeholder-Dialog herausgearbeitet. Außerdem wurde die Idee eines Blockchain-Hauses diskutiert. Hier könnten durch besondere Förderung gezielt (internationale) Blockchain-Teams angesiedelt werden und gleichzeitig der Technologie einen Ort zum Verstehen und Austauschen geben. Elemente des Co-Working, Events und Bildung könnten hier an einem zentralen Ort kombiniert werden.

Einigkeit herrschte innerhalb der Gruppe darüber, dass die florierende Blockchain-Szene in Berlin für eine mediale **Markenbildung** genutzt werden sollte. So ist der Schweizer Kanton Zug mit nur wenigen Firmen, die tatsächlich dort arbeiten zwar als *Crypto-Valley* international bekannt, Berlin hingegen macht von seiner zentralen Stellung als Blockchain-Hub noch keinen medialen Gebrauch.

Forschung und Bildung

Im Bereich Forschung und Bildung sollte unbedingt eine **interdisziplinäre Forschung** gefördert werden. Für eine wettbewerbsfähige akademische Landschaft braucht es nicht nur Computer-Scientists sondern auch Soziolog:innen, Ökonom:innen und viele weitere Disziplinen. Diese Interdisziplinarität ist essenziell, um den breiten gesellschaftlichen Einfluss der Technologie abzubilden. Die Disziplinen außerhalb der MINT Fächer werden darüber hinaus für den **Brückenbau** zwischen den Stakeholdergruppen immer wichtiger.

Nichtsdestotrotz sollte die zeitgemäße Ausbildung von qualifizierten Entwickler:innen einen hohen Stellenwert in der deutschen Bildungspolitik einnehmen. Ihre Verfügbarkeit stellt einen wichtigen Standortfaktor für die Ansiedlung von Blockchain-Unternehmen dar. Darüber hinaus sollte verstärkt auch **internationale Expertise** angeworben werden, da diese im akademischen Bereich momentan einen deutlichen Vorsprung zu Deutschland hat.³⁶ Wie oben beschrieben sollte insbesondere die Infrastruktur-Ebene in Deutschland gestärkt werden. In diesen Bereich sollten auch verstärkt finanzielle Mittel fließen. Die Workshopgruppe stellte nämlich unter anderem fest, dass die Akquisition von Risikokapital für Startups (zumindest im Moment) kein Problem darstellt – die Finanzierung von akademischer Exzellenz hingegen schon.

Unternehmen und Forschungsprojekte wie *Cardano*, *Avalanche*, *Hedera Hashgraph* oder *Dfinity* könnten innerhalb kürzester Zeit den nächsten Quasi-Standard im Blockchain-Bereich hervorbringen. Der derzeitige Standortvorteil, den Deutschland durch Ethereum hat, wäre damit hinfällig. Diese

³⁶ Coinbase, 2018, The rise of crypto in higher education, <https://blog.coinbase.com/the-rise-of-crypto-in-higher-education-81b648c2466f>.

Teams nach Deutschland zu holen und ihnen eine florierende Forschungslandschaft und breiten Talent-Pool zur Seite zu stellen, würde den Standort Deutschland auch langfristig sichern.

Doch neben der Förderung der Technologie wurde auch vermehrt ein mangelndes technisches Verständnis in Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit wahrgenommen, das es erschwert, die möglichen Potenzialen in der Breite zu diskutieren. Hier sollte die Bildungspolitik dringend auf eine digital mündige Bevölkerung, ein besseres Technologieverständnis und den Abbau von Digitalisierungsangst hinarbeiten.

Regulierung und Gestaltung

Deutschland ist mit einer nationalen Blockchain-Strategie spät dran, insbesondere da Berlin als internationaler Hot-Spot gilt. So hat etwa Frankreich schon eine Blockchain-Strategie vorgelegt³⁷ und innerhalb der EU-Institutionen gibt es diverse Gremien und Foren, die sich dem Thema widmen.³⁸ Doch dies kann auch eine Chance sein, denn es wurde bereits viel Vorarbeit geleistet, auf die Deutschland nun mit einer holistischen Strategie für die Technologie aufbauen kann. Die deutsche Politik hat hier zukünftig die Chance im Schulterschluss mit der starken Blockchain-Community **Thought Leadership** zu übernehmen.

Welche Folgen jedoch politische Untätigkeit auf die internationale Weiterentwicklung der Blockchain-Technologie hätte, sollte in einer **Szenario-Studie** beleuchtet werden. Hierbei sollen die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen eines unzureichenden oder verspäteten Handels seitens der Politik den Vorteilen einer proaktiven Gestaltung gegenübergestellt werden.

Denn auf diese Gestaltung oder zumindest eine konkrete Stellungnahmen und Regulierung wartet die deutsche Blockchain-Community an einigen Stellen. Dazu zählt die finanzielle Einstufung von Tokens ebenso wie die **staatliche Verifizierung bestimmter Smart Contracts**. So sehen viele Expert:innen zwar ein großes Potenzial für Smart Contracts im Energiebereich. Doch deren Einsatz in kritischen Infrastrukturen wie dem Stromsystem ist ohne eine Zusammenarbeit etwa mit der Bundesnetzagentur höchst unwahrscheinlich. Regulierungsbehörden müssen ihre zentrale Rolle für diese Zukunftstechnologie erkennen.

Doch viele Fallstricke und Kinderkrankheiten neuer Technologien zeigen sich erst bei konkreter Anwendung. Diese wird zuweilen durch rechtliche und regulatorische Unsicherheiten oder Grauzonen erschwert. Die Weiterentwicklung der rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen braucht außerdem eine verlässliche empirische Grundlage. Es sollten daher **regulatorische Reallabore** oder **Sandboxes** konzipiert werden, die es ermöglichen, in einem begrenzten Umfang und nach fest definierten Spielregeln Gesetze und Regularien zu verschieben. Wichtig ist dabei, die konkreten Erfahrungen in Regulierung und Gesetzgebung zu überführen und ergebnisoffen zu bewerten.

Eine umfassende Blockchain-Politik sollte außerdem bemüht sein, Spannungsfelder mit anderen

37 France stratégie, 2018, Les enjeux des blockchains, <http://www.strategie.gouv.fr/publications/enjeux-blockchains>.

38 The EU Blockchain Observatory & Forum, 2018, Blockchain Innovation in Europe, https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/20180727_report_innovation_in_europe_light.pdf.

wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen frühzeitig zu erkennen und zu adressieren. Wichtig ist eine **enge Zusammenarbeit zwischen den federführenden Ministerien**. Insbesondere BMWi und BMF müssen hier die Führung übernehmen, aber auch die Domänenkompetenz der anderen Bundesministerien integrieren. So sollte zum Beispiel versucht werden, die negativen Effekte des Proof of Work Mechanismus einzudämmen. Dafür sollten Infrastrukturen und Anwendungen, die diesen Mechanismus verwenden, von der öffentlichen Förderung und dem Einsatz in öffentlichen Institutionen ausgeschlossen werden und Alternativen proaktiv gefördert werden.

Um politischen Entscheidungsträger:innen bei solchen vielschichtigen Bewertungen eine Orientierung zu geben, bietet es sich an, durch eine unabhängige und interdisziplinäre Arbeitsgruppe einen Katalog an Mindeststandards entwickeln zu lassen, der Basis für ein **Blockchain-Gütesiegel** sein könnte. Hierbei könnten z.B. Attribute wie Ressourceneffizienz, europäische und ethische Grundwerte oder Rechtskonformität einfließen. Anregungen dazu könnte die aktuelle Debatte zu Algorithmen-Ethik und Künstlicher Intelligenz geben.³⁹ Ein solches Siegel könnte sich zu einem ähnlichen Qualitätsmerkmal etablieren wie *Made in Germany* und Investor:innen, Anwendern und Unternehmen eine größere Sicherheit bieten.

³⁹ Es gibt national sowie international bereits Konzepte und Kriterienkataloge für ethisch verantwortungsvollen Umgang mit KI und Algorithmen, hier zwei Beispiele dazu:

Bertelsmann Stiftung, 2018, Auf dem Weg zu Gütekriterien für den Algorithmen Einsatz, <https://algorithmenethik.de/2018/08/01/auf-dem-weg-zu-guetekriterien-fuer-den-algorithmen-einsatz/>.

Future of Life Institute, 2017, Asilomar AI Principles, <https://futureoflife.org/ai-principles/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>.

Fazit

Die Potenziale von Blockchain sind enorm – besonders für Deutschland als Innovationsstandort. Doch die Technologie hat auf ihrem Weg, unser digitales Leben zu revolutionieren, noch einige Herausforderungen zu meistern, die wir auf Basis eines Expert:innen-Workshops umrissen und hier dargestellt haben. Die in die Technologie eingebetteten Motive und Wertvorstellungen haben sich dabei als überraschender Aspekt gezeigt, der im bisherigen Diskurs überhaupt nicht berücksichtigt wird.

Inmitten des aktuellen Hypes herrscht außerdem eine gewisse Ratlosigkeit, wie man sich in der komplexen, schnellebigen Materie orientieren soll und wirklich Innovatives von Nutznießern der medialen Aufmerksamkeit unterscheiden kann. Gleichzeitig wächst der Druck auf politische Entscheidungsträger:innen, jetzt die Weiterentwicklung von Blockchain aktiv zu gestalten. Eine adäquate nationale Blockchain-Strategie könnte genau diesen Bedarf decken. Diese Strategie sollte:

Agil sein. Eine Blockchain-Strategie sollte auf Agilität setzen, um der enormen Entwicklungsgeschwindigkeit Rechnung zu tragen. Niemand kann seriös voraussagen, wie sich der Technologiebereich in den nächsten zwei Jahren entwickeln wird. Das muss sowohl an der Strategieentwicklung beteiligten Personen klar sein, als auch den Adressat:innen. Viele kleine Schritte und regelmäßige Anpassungen der Strategie bieten sich daher an als ein langfristiger Masterplan.

Den Standort stärken. In heutigen regulatorischen Grauzonen und Bereichen der Einzelfallentscheidungen sollte klar Stellung bezogen werden. Dies schafft Planungssicherheit und zeigt Gestaltungswillen, der sich ebenso in technologischer Aufgeschlossenheit von Politik und Verwaltung zeigen sollte. Akademische Exzellenz, die auf der einen Seite international wettbewerbsfähige Projekte und Anwendungen hervorbringt, auf der anderen Seite aber auch die vielen, hier ansässigen Unternehmen die nötigen Nachwuchstalente bietet, sollte ebenfalls fester Bestandteil sein. Notfalls sollten die vielversprechenden Projekte und Talente aus dem internationalen Umfeld durch geeignete Angebote nach Deutschland geholt werden. Blockchain darf nach der Künstlichen Intelligenz nicht die nächste Technologie werden, bei der Deutschland wettbewerblich ins Hintertreffen gerät.

Auf unsere Stärken setzen. Also auf einen breiten demokratischen Diskurs. Die Analyse im Workshop hat gezeigt: Es gibt noch zahlreiche Herausforderungen in unterschiedlichen Bereichen. Dies kann zukünftig nur interdisziplinär und nicht, wie heute, von einer Handvoll Insider:innen gelöst werden. Beteiligung und Mitsprache in der Weiterentwicklung der Technologie fördern nicht nur robustere Ergebnisse zutage, sondern schaffen auch neue Multiplikatoren und Brückenbauer:innen, die helfen können, die Technologie allgemeinverständlicher zu machen und sie stärker in den Dienst der Gesellschaft zu stellen.

Literatur

BaFin, 2018, Blockchain-Technologie – Gedanken zur Regulierung, https://www.bafin.de/SharedDocs/_Veroeffentlichungen/DE/BaFinPerspektiven/2018/bp_18-1_Beitrag_Fusswinkel.html;jsessionid=248DF3F20BD7DE6C98536A8BCFC5C023.2_cid363, [Zugriff am 9.10.2018].

S. Bajjuri, 2018, Berlin Blockchain Guide - An intro into the thriving Berlin crypto ecosystem, Medium, <https://medium.com/innogy-innovation-hub/berlin-blockchain-guide-2ea1cda1367e>, [Zugriff am 9.10.2018].

J. Ball et al, 2013, FBI claims largest Bitcoin seizure after arrest of alleged Silk Road founder, The Guardian, <https://www.theguardian.com/technology/2013/oct/02/alleged-silk-road-website-founder-arrested-bitcoin>, [Zugriff am 9.10.2018].

BDEW, 2017, Blockchain in der Energiewirtschaft, https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Blockchain_Energiewirtschaft_10_2017.pdf.

BDEW, 2018, Stellungnahme zu den Geschäftsprozessen zur Kundenbelieferung mit Elektrizität - GPKE, https://www.bdew.de/media/documents/Stn_20180718_GPKE.pdf.

Bertelsmann Stiftung, 2018, Auf dem Weg zu Gütekriterien für den Algorithmen Einsatz, <https://algorithmenethik.de/2018/08/01/auf-dem-weg-zu-guetekriterien-fuer-den-algorithmen-einsatz/>, [Zugriff am 10.10.2018].

Blockchainhub, Blockchains & Distributed Ledger Technologies, <https://blockchainhub.net/blockchains-and-distributed-ledger-technologies-in-general/>, [Zugriff am 10.10.2018].

BSI, 2018, Blockchain sicher gestalten – Eckpunkte des BSI, https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Eckpunktepapier.pdf;jsessionid=6544FEAF13741F42996ECA15D3BBDB7E.2_cid360?__blob=publicationFile&v=3.

Bundesblock, 2018, Blockchain, data-protection, and the GDPR, <https://www.bundesblock.de/2018/05/25/bundesblock-releases-position-paper-on-gdpr-blockchain-and-data-protection/>.

J. Burke, 2018, Cleaning up crypto, let's get back to the future!, Medium, <https://medium.com/outlier-ventures-io/cleaning-up-crypto-lets-get-back-to-the-future-96753146b4cf>, [Zugriff am 9.10.2018].

V. Buterin, 2013, A Next Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform, <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>, [Zugriff am 9.10.2018].

Coinbase, 2018, The rise of crypto in higher education, <https://blog.coinbase.com/the-rise-of-crypto-in-higher-education-81b648c2466f>, [Zugriff am 24.10.2018].

I. Dachwitz et al., 2018, FAQ: Was wir über den Skandal um Facebook und Cambridge Analytica, Netzpolitik, <https://netzpolitik.org/2018/cambridge-analytica-was-wir-ueber-das-groesste-datenleck-in-der-geschichte-von-facebook-wissen/>, [Zugriff am 9.10.2018].

W. Dai, bmoney, <http://www.weidai.com/bmoney.txt>, [Zugriff am 9.10.2018].

Dena, 2018, Blockchain-Studie der dena: Anwendungsgruppen stehen fest, https://www.dena.de/newsroom/meldungen/2018/blockchain-studie-der-dena-anwendungsgruppen-stehen-fest/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=dena_news, [Zugriff am 9.10.2018].

Europäisches Parlament, 2018, European Parliament resolution: Distributed ledger technologies and blockchains: building trust with disintermediation, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P8-TA-2018-0373+0+DOC+PDF+V0//EN>.

FDP, 2018, Antrag im Bundestag: Zukunftsfähige Rahmenbedingungen für die Distributed-Ledger-Technologie im Finanzmarkt schaffen, <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/042/1904217.pdf>.

France Stratégie, 2018, Les enjeux des blockchains, <http://www.strategie.gouv.fr/publications/enjeux-blockchains>

M. Franz, 2017, Über Datendiebstahl im großen Stil vertuscht, Heise, <https://www.heise.de/autos/artikel/Über-Daten-Diebstahl-im-grossen-Stil-vertuscht-3897181.html>. [Zugriff am 9.10.2018].

ZDF, 2018, Frontal 21: Geheime Netzentgelte -Wie Stromriesen kräftig abkassieren, <https://www.zdf.de/politik/ frontal-21/geheime-netzentgelte-100.html> [Zugriff am 9.10.2018]

Future of Life Institute, 2017, Asilomar AI Principles, <https://futureoflife.org/ai-principles/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1> [Zugriff am 24.10.2018]

E. Hughes, 1993, A Cypherpunk's Manifesto, <https://www.activism.net/cypherpunk/manifesto.html>, [Zugriff am 9.10.2018]

S. Junestrand, 2018, A blockchain-based governance model for public services in smart cities, Open Access Government, <https://www.openaccessgovernment.org/a-blockchain-based-governance-model/52928/> [Zugriff am 9.10.2018]

M. Kasanmascheff, 2018, Joseph Lubin Names Berlin as The Most Important City in The ‘Blockchain Cosmos’, Cointelegraph, <https://cointelegraph.com/news/joseph-lubin-names-berlin-as -the-most-important-city-in-the-blockchain-cosmos> [Zugriff am 9.10.2018]

C. Meinel et al. 2018 Blockchain: Hype oder Innovation. HPI Potsdam. <https://publishup.uni-potsdam.de>

potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/10314/file/tbhp113.pdf.

S. Nakamoto, 2008, Bitcoin: A Peer-to-Peer electronic Cash System, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

F. Reetz, 2017, Welche Chancen ein digitales Energiemarkt-Design bietet, https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/chancen_eines_digitalen_marktdesigns.pdf.

F. Reetz, 2018, Energie- und klimapolitische Bewertung von Proof of Work Blockchains [unveröffentlicht].

D. Schirrmacher, 2017, Equifax-Hack-Angreifer-ueber-Apache-Struts-Luecke-eingestiegen, Heise, <https://www.heise.de/security/meldung/Equifax-Hack-Angreifer-ueber-Apache-Struts-Luecke-eingestiegen-3831905.html>, [Zugriff am 9.10.2018].

Solarplaza, 2017, Comprehensive Guide of Companies involved in Blockchain & Energy, www.solarplaza.com/channels/future-grid/11751/report-comprehensive-guide-companies-involved-blockchain-energy/, [Zugriff am 11.10.2018].

N. Szabo, 2005, Bit-Gold, <https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>, [Zugriff am 9.10.2018].

Team Rocket, 2018, Snowflake to Avalanche: A Novel Metastable Consensus Protocol Family for Cryptocurrencies, <https://ipfs.io/ipfs/QmUy4jh5mGNZvLkjies1RWM4YuvJh5o2FYopNPVYwrRVGV>.

The EU Blockchain Observatory & Forum, 2018, Blockchain and the GDPR, https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/20181016_report_gdpr.pdf?width=1024&height=800&iframe=true.

The EU Blockchain Observatory & Forum, 2018, Blockchain Innovation in Europe, https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/20180727_report_innovation_in_europe_light.pdf.

UNDP, 2018, Blockchain research to support Sustainable Development Goals, <http://www.eurasia.undp.org/content/rbec/en/home/presscenter/pressreleases/2018/blockchain-research-to-support-sustainable-development-goals.html>, [Zugriff am 9.10.2018].

H. Zimmermann und J. Hoppe, 2018, Chancen und Risiken der Blockchain für die Energiewende, Germanwatch, <https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/21472.pdf>.